

OBJEKTIVIERUNG DES KUREFFEKTES UND SEINES
ZEITLICHEN ABLAUFES

(Messung der Hautdurchblutung mit dem Fluvographen)

von

WOLFDIETRICH UNGER

1965

Aus dem Kinderkrankenhaus Seehospiz „Kaiserin Friedrich“, Norderney
Chefarzt: Prof. Dr. W. Menger

OBJEKTIVIERUNG DES KUREFFEKTES UND SEINES ZEITLICHEN ABLAUFES

(Messung der Hautdurchblutung mit dem Fluvographen)

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der Hohen Medizinischen Fakultät
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

vorgelegt von

WOLFDIETRICH UNGER

aus Saaz/Böhmen

MAINZ 1964

Dekan: Prof. Dr. Thomsen
Referent: Prof. Dr. Menger
Korreferent: Prof. Dr. Köttgen
Tag der mündl. Prüfung: 22. Februar 1965



I. Einführung	4
1. Untersuchungen über die Hautfunktion	4
2. Messungen mit dem Fluvographen	8
II. Methode	9
1. Ziel der eigenen Untersuchungen	9
2. Meßprinzip des Fluvographen	10
3. Versuchspersonen	12
4. Versuchsanordnung zur Messung	14
III. Ergebnisse der eigenen Untersuchungen	16
1. Einteilung nach Unterschieden der Reaktionsweise	18
2. Durchschnittliche Veränderungen im Kurverlauf	20
3. Abkühlung und Hautdurchblutung	26
4. Wetterlagen	27
5. Einfluß der Witterung während der Zeit der Adaptation	29
6. Physikalischer Reiz	31
IV. Zusammenfassung	35
IV. Schriftenverzeichnis	36
Lebenslauf	40

„Das Meerwasser ist ein wunderbares Medikament,
das man nicht verschmähen darf
wegen seines Überflusses . . .“

(FONSSAGRIVES)

I. Einführung

Durch die neue klimatische Situation in der Meeresnähe wird eine Umstimmung des vegetativen Nervensystems angestrebt. Geltend machen sich einerseits der Ortswechsel auf den Organismus, andererseits die verschiedenen Witterungsfaktoren, denen sich der Kurgast durch seine Lebensweise im Kurort im allgemeinen in größerem Umfang aussetzt als am Heimatort (SCHULTZE, 1957, 1958 a). Aufgabe des Arztes ist es, durch entsprechende Anleitung am Ort für den Patienten das ihm günstige „Kurklima“ zu schaffen und seinen Aufenthalt gesundheitsfördernd zu gestalten (PFLEIDERER).

Es tritt während der Klimakur eine Umstellung ein, die bei Erwachsenen meist nach drei bis vier Wochen erfolgt ist. Nun hat sich eine Phase der Erholung anzuschließen, die für einen geschwächten Patienten länger anzusetzen ist. Um eine beruhigende Wirkung auf das vegetative Nervensystem zu erreichen, darf eine bestimmte Dauer der Kurzeit bis zu einer Gewöhnung an das Seeklima nicht unterschritten werden (SCHULTZE, 1957, 1958 b).

Wie für Kinder werden auch zu Kuren an der See bei Erwachsenen Beobachtungen angestellt. Klimafaktoren, wie der ständige Wind und die auch im Sommer erhöhte Abkühlungsgröße, greifen das periphere Gefäßnervensystem und vegetative Terminalreticulum in der Haut an. Die Reize werden zum Zwischenhirn geleitet und wirken von hier aus im Sinne einer „Reiz-, Umstimmungs- und Konstitutionstherapie“ (BEHRENDT, 1953).

Die Wirkung einer Klimakur ist noch nicht ausreichend bekannt. Die Einwirkung des Seeklimas wurde über die Prüfung von Reflexen, die das vegetative Nervensystem betreffen, untersucht. Über die Verschiebung zur sympathikotonen Seite gab die zunehmende positive Beantwortung des Solarisreflexes Aufschluß. Desgleichen war nach Adrenalingabe der systolische Blutdruck gegen Kurende länger erhöht, was einen Schluß auf einen veränderten vegetativen Status zuließ (KRAUEL 1932 a).

1. Untersuchungen über die Hautfunktion

Die Haut und die Schleimhäute der Atemwege werden durch klimatische Einflüsse vorwiegend betroffen. Zudem steht die Haut in enger Beziehung

zur Funktion innerer Organe. Für thalassotherapeutische Untersuchungen bildet so die Haut ein wichtiges Organ für den Nachweis eines Klimakur-effektes. Untersuchungen der dermographischen Latenzzeit zeigten eine Ausrichtung auf Normalwerte. Neben dem Kürzerwerden der Latenzzeit bei schwächlichen Kindern mit einem verlängerten Ausgangswert zeigten sich unterschiedliche Reaktionen und gar Verlängerungen abhängig vom Entwicklungsstand der Kinder und dem jeweiligen „Reifungsalter“ (FROEHLICH).

Auf der Beugeseite des Unterarmes wurde die Eisreaktion und die Latenzzeit bis zum Nachröten in der folgenden Hyperämie gemessen. Bei der Vergleichsmessung am Kurende zeigte sich ein stärkeres Nachröten. Überlange Latenzzeiten waren gegenüber dem Kurbeginn nicht mehr festzustellen (KRAUEL).

Beim Seebad wurde die Änderung der Haut- und Rektaltemperaturen untersucht. Bei Kurende zeigte sich vermehrt während des Bades ein Absinken der Hauttemperatur mit gleichzeitig unveränderter bzw. geringer abgesunkener Kerntemperatur ohne einen größeren Wärmeverlust. Die Ausgangswerte der Hauttemperatur lagen schließlich schon vor dem Bad niedriger als Zeichen einer Anpassung der Durchblutung an kühlere Umgebung durch Freiluftexposition während der Kur. KRAUEL kommt zu dem Ergebnis, daß die Wärmeregulation des Körpers um so schlechter ist, je geringer die vasokonstriktorische Tendenz der Hautkapillaren ist.

Zu der vorliegenden Arbeit wurde bei mehreren Kindern, die im Spätsommer 1961 auf Norderney zur Klimakur aufgenommen wurden, die Hautdurchblutung gemessen. Regelmäßig wiederholte Untersuchungen sollten einen Einblick in die Reaktionen während des Kureffektes verschaffen und einen Vergleich zwischen Anfang und Ende der Kur ermöglichen. Dabei wurde angestrebt, während einer besonders langen Zeit die Meßwerte zu verfolgen, da bisher lediglich Kuren von sechswöchiger Dauer untersucht wurden. Als Meßgerät diente der Fluvograph (Fa. Hartmann & Braun, Frankfurt/M.).

PIRLET z. B. untersuchte nur die Reaktion auf einmalige klimatherapeutische Reize. Beim Seebaden und beim Aufenthalt am Strand mit Luftbad wurde die mittlere Hautschichtdicke, verschiedenen Typen zugeordnet, mit der Hauttemperatur verglichen. Bei dünnem subkutanen Fettpolster bestand ein geringer „konduktiver Wärmewiderstand“ in der Körperschale. Die Wärmeabgabe war stark erhöht; die Dauer eines kalten Seebades wird von Mageren spontan meist kurz bemessen. Bei mageren Versuchspersonen sank die Temperatur des Körperkerns beim Seebad deutlich ab, während es bei fetten Versuchspersonen gar zu einem Anstieg bis zu $1,0^{\circ}$ C kam. Die Auskühlung der Körperschale setzt sich bei Mageren früh durch. Das Temperaturgefälle nach außen ist dann, wenn die Abkühlung des Körperkerns eingesetzt hat, durch die dünne Körperschale besonders steil. Bei Mageren hatte zusätzlich die chemische Wärmeregulation über einen deutlich erhöhten Sauerstoffverbrauch eingesetzt. Bezüglich der physikalischen Wärmeregulation ergab sich eine Stunde nach dem Seebad: „Je magerer die Versuchspersonen, um so stärker

die Erhöhung des peripheren Gesamtwiderstandes, um so ausgeprägter die konstriktorische Umstellung des Kreislaufs" (PIRLET 1962 b).

Im Anschluß an ein kühles Luftbad stieg mit zunehmender Magerkeit der periphere Gefäßwiderstand an. Die Fingertemperatur war noch deutlich erniedrigt neben der ausgeprägten Gefäßkonstriktion der Haut und Extremitäten durch starken physikalisch-regulatorischen Einsatz (PIRLET 1959). Bei einem kalten Armbad dauerte die Wiedererwärmung länger, wenn die Ausgangstemperatur bei Mageren schon niedrig lag. Nach der akralen Gefäßkonstriktion zu Anfang ließ ein länger anhaltender Gefäßspasmus erst langsam ein Erreichen der Fingertemperatur von 25° C zu.

Diese physiologischen Besonderheiten des Wärmehaushalts werden zur Basis der Aufstellung von verschiedenen Reaktionstypen. Eine „Niveauverstellung im thermoregulatorischen System“, die bei Mageren eher faßbar wird, ist anzunehmen. Die Versuchsperson empfand z. B. noch bei einer Kerntemperaturverstellung um $-1,1^{\circ}\text{C}$ 1¼ Stunde nach dem Seebad schon wieder ein Gefühl der Behaglichkeit. Es wird eine Verstellung des Sollbereichs der Kerntemperatur nach oben mit einer anschließenden „Gegenphase zu tieferen Kerntemperaturen hin“ angenommen. Der zweite Kennpunkt der Regulation, die Lösung der Vasokonstriktion, wurde über den Anstieg der Wärmeleitzahl λ gemessen. Die Vasodilatation geraume Zeit nach dem Seebad liegt in nächster Nähe des Sollwertes. Das Auftreten dieses Kennpunktes erfolgte bei verschiedenen Senkungen der Kerntemperatur und zeigte das „unterschiedliche Ausmaß der Sollwertverstellung“. Bei stark entwickeltem Fettpolster bzw. bei Mageren nach einem kurzen Bad sinkt der Sollwert mit geringem Abfall der Kerntemperatur nicht so stark ab. Die negative Nachschwankung führt auch in diesem Fall zu einer Überschneidung von Sollwert und Istwert, der von unten kommend den abgesunkenen Sollwert momentan kreuzt. Zusammengefaßt zeigt die Sollwertverstellung einen biphasischen Verlauf. Bei erhöhter Kerntemperatur und niedriger Hauttemperatur während des Bades erschien der Kerntemperatur-Sollwert nach oben verstellt. „Nach dem Bad bei erniedigter Kerntemperatur und wieder hoher Hauttemperatur ist er zu tieferen Werten hin verstellt“ (PIRLET 1962 a). Als Beispiel für die möglichen Änderungen des Temperatur-Sollwerts sei die „gewaltige jahreszeitliche Änderung des „Sollwertes“ um 30° und mehr“ bei winterschlafenden Säugetieren erwähnt (HENSEL 1954).

Der Fettwert der Unterhaut ist leicht „zu bestimmen und erlaubt einen Einblick in die Inanspruchnahme der regulatorischen Möglichkeiten“. Man kann daraus die Belastung des Wärmehaushaltes beim Seebad erschließen und dementsprechend Dauer und Form der Kälteexposition festsetzen.

Die Hautwasserabgabe wurde im Hinblick auf Perspirationsstörungen, die ein Zeichen dystoner-dysregulatorischer Zustände sind, untersucht. Bei gesunden Personen ist „die Hautwasserabgabe um so größer, je magerer der Betreffende ist, je höher auch die Hauttemperatur liegt“ (PIRLET 1959). Die HWA scheint

weitgehend unabhängig von der Hautdurchblutung zu sein. Diese hat nur umgekehrt über die Hauttemperatur einen Einfluß. Bei hoher integraler Hauttemperatur bei mageren Personen erfolgt eine große Wärmeabgabe über die Haut durch Strahlung, Leitung, perspiratio insensibilis und sensibilis.

Wurde die Wärmeabgabe durch die Haut bei einem Spaziergang untersucht, ergab sich eine niedrige Hauttemperatur bei dünnen Personen, die durch eine wiederum vermehrte Schweißabsonderung hervorgerufen war. Man kam zu der Folgerung, daß die Hauttemperatur um so tiefer lag, je stärker „der Kühleffekt durch Verdunstung“ bei hoher Wärmeabgabe wurde. Es kommt zu einer aktiven Schweißsekretion, auch „unter kühlen und auskühlenden Bedingungen“ (PFLEIDERER 1961). Der „Wärmeverlust, die überwiegende Wärmeabgabe unter kühlen Bedingungen im Vergleich zur Wärmebildung, ist — bezogen auf das kg Körpergewicht — um so größer, je magerer der Betreffende ist, beim Mageren etwa 3—4mal so groß wie beim Fetten“ (PIRLET 1962 a).

Bei Untersuchungen der Schleimhautdurchblutung zeigte sich unter Kalteinflüssen auf die äußere Haut eine Drosselung der Durchblutung in der Respirationsschleimhaut, „sie setzt meist später und zögernder ein als die Gefäßkonstriktion in Extremitäten und Akren“. Mit steigender Gefäßkonstriktion in der Haut nahm gleichsinnig die Drosselung in der Respirationsschleimhaut zu. Außerdem zeigten anscheinend magere Personen „in der Regel eine stärkere Drosselung der Schleimhautdurchblutung als fette Personen“ (PIRLET 1962 c).

Bei Messung der Schleimhauttemperatur während kurzer Badedauer zeigte sich bereits ein Absinken um 2° C. Erst bei längerer Badedauer sank dann die Kerntemperatur ebenfalls ab. Hinzu kommt dann eine deutliche Zunahme des Atemzeitvolumens. Es mußte darauf weiterhin mit einer noch intensiveren Drosselung der Schleimhautdurchblutung gerechnet werden.

Bei einem hydrotherapeutischen Oberguß mit kaltem Wasser zeigte sich ein Sinken der Schleimhauttemperatur im Rachen. Sie ging vorwiegend auf eine Gefäßkonstriktion im Rachen zurück, die sich geraume Zeit nach dem Versuch noch geltend machte. Daneben kühlte die Ventilationssteigerung, die beim Auftreffen kalter, bewegter Luft auf die Haut eintrat, die Schleimhaut ab. Die Inspirationstemperatur war draußen tiefer und machte schließlich anfangs eine geringe Abkühlung. Unter Kaltmaßnahmen erfolgte somit ein gleichsinniges Gefäßverhalten in der äußeren Haut und Respirationsschleimhaut. PFLEIDERER (1958) kommt zu dem Schluß, daß die passagere Senkung der Hauttemperatur in Form einer thermoregulatorischen Preisgabe der Körperschale „und die größere Temperatur-Unruhe unter dem Einfluß von Luft, Wind, Sonne und Wasser einen prophylaktischen und therapeutischen Wert für den Organismus hat, und daß die thermische Beanspruchung gerade auch für die Haut von Nutzen ist“.

Die physiologische Ruhe wird gestört und der Organismus belastet. Man

„zwingt ihm Verhältnisse auf, die er mit allen ihm zur Verfügung stehenden regulatorischen Möglichkeiten zu beseitigen sucht“. Gefährdeter ist der Zustand des Organismus dann, wenn „an die reaktiven und regulatorischen Einrichtungen keine Ansprüche mehr gestellt werden“ (PIRLET 1962 c).

2. Messungen mit dem Fluvographen

Messungen der Hautdurchblutung mit dem Fluvographen erfolgten vor allem bei pharmakologischen Fragestellungen (HENSEL, PAPENBERG, DOERR). Es wurde z. B. der Einfluß von Adrenalin auf die Muskel- und Hautdurchblutung beobachtet. Dabei war der Meßkopf des Strömungscalorimeters zur Hautdurchblutungsmessung an der Handfläche oder Fußsohle befestigt. Nach i. v. Adrenalingabe zwischen 2,5 und 40 γ zeigte sich in der Haut eine Senkung der Durchblutung. Bei Adrenalininfusionen (10 γ /min) sank die Hautdurchblutung deutlich ab mit zunehmender Blässe. Es folgte nach Absetzen der Infusion ein Ansteigen weit über den Ausgangswert mit folgender kräftiger Rötung. Nach Noradrenalingabe sank die Hautdurchblutung ebenfalls ab, gemessen als Verringerung der Wärmeleitzahl λ (BOCK, HENSEL und RUEF).

Auch andere vasoaktive Stoffe wurden auf ihre Wirkung hin beobachtet. Prisol führte zu einer starken Mehrdurchblutung der Haut, „während in der Muskulatur die Durchblutung eher absank“ (HENSEL, RUEF, GOLENHOFEN; ref. n. H.).

Bei Nikotingenuß während des Rauchens einer Zigarette fiel die Hautdurchblutung über eine Senkung der Wärmeleitzahl λ ebenfalls ab. Dabei soll die Muskeldurchblutung „zumindest bei Gefäßgesunden“ gegensinnig ansteigen (RUEF, BOCK).

An der außerordentlich dünnen Epidermis bei Neugeborenen und Frühgeburten wurden Messungen der Hautdurchblutung mit dem Fluvographen durchgeführt. Man untersuchte die vasomotorische Thermoregulation (BRUCK und LEMTIS, 1958).

Als Meßmethode bei Untersuchungen in der physikalischen Medizin wurde der Fluvograph bereits angewandt. In einem Bad, das erwärmt oder abgekühlt wurde, untersuchte man die Änderung der Muskeldurchblutung und die gleichzeitige Gesamtdurchblutung an der Wade mit dem Verschluß-Plethysmographen. Während der Registrierung der Muskeldurchblutung wurde jeweils zur Kontrolle die Temperaturdifferenz zwischen den Lötstellen der Sonde nach Ausschalten des Heizstromes gemessen. Zusätzlich zeichnete man den Temperaturverlauf „an der ungeheizten Sonde während einer ganzen Erwärmungs- und Abkühlungsperiode auf“ (BARCROFT, BOCK, HENSEL und KITCHIN).

Diese „Änderungen des Temperaturfeldes“ wurden bei der Auswertung berücksichtigt bzw. in Abzug gebracht. Auch die Hautdurchblutung wurde bei manchen Versuchen, Erwärmung im Heizkasten, an derselben Extremität gleichzeitig mit dem Strömungscalorimeter aufgezeichnet. Bei Heizung zeigte

sich jeweils eine Senkung der Muskeldurchblutung. Bei Abkühlung des Bades und Sinken der Mundtemperatur erfolgte eine deutliche Zunahme der Durchblutung im Muskel. Diese Zunahme wird auf reflektorisches Geschehen seitens der Kälterezeptoren der Haut zurückgeführt. Die Hautdurchblutung wurde über die Veränderung der Leitzahl λ auf der Handfläche gemessen. Sie stieg bei indirekter Erwärmung der Versuchsperson im Heizkasten deutlich an, während die Muskeldurchblutung gegensinnig wiederum absank (BARCROFT und BOCK).

Bei oben angeführten klimaphysiologischen Untersuchungen von PIRLET erfolgten Messungen der Hautdurchblutung z. B. am Finger über die Änderung des Wärmeleitwerts λ . In der 42. Minute nach dem Seebad löste sich eine akrale Gefäßkonstriktion: Wärmeleitwert und Fingertemperatur stiegen plötzlich an.

Mehr physiologischen Beobachtungen diente die Aufzeichnung des Fluvographen zur Erforschung von Rhythmen in der Muskel- und Hautdurchblutung (GOLENHOFEN und HILDEBRANDT). Für den Muskel erfolgt ein Schwingen der Durchblutung über jeweils eine Minute hin. Die Hautdurchblutung schwingt in ihrem Ausmaß gegensinnig in derselben Zeit bzw. in kürzeren Zeitspannen. Es werden schließlich diesen Rhythmen der Durchblutung hauptsächlich koordinative Weitenänderungen der peripheren Strombahn zugrunde gelegt. Die gegenseitigen Änderungen halten sich weitgehend die Waage. Den stetigen sanften Schwankungen der Hautdurchblutung wurden gleichlaufende Rhythmen der Pulsfrequenz bzw. periodische Schwankungen der Atmung zugeordnet. Während trophotroper Phasen, wie bei schläfrigen Versuchspersonen, erfolgt eine „Intensivierung der Koordinationen“ (HILDEBRANDT 1961).

Des weiteren stellten GOLENHOFEN und HILDEBRANDT bei „emotionalen Reaktionen und psychischer Anspannung“ mit dem Fluvographen eine Vaso-konstriktion der Haut bei starker Dilatation der Muskelgefäße fest. Bei Eintreten einer Respektsperson bzw. dem forcierten Kopfrechnen kam es zu einer Steigerung der Muskeldurchblutung (GOLENHOFEN*).

II. Methode

1. Ziel der eigenen Untersuchungen

Bei der Längsschnittuntersuchung in der vorliegenden Arbeit wird die Größe der Hautdurchblutung in absoluten Wärmeleitzahlen angegeben. Zur Beurteilung der Reaktionsfähigkeit der Haut wird weiter die Antwort auf einen physikalischen Reiz geprüft. Während der Dauer der Messungen wird zur Charakterisierung der Wetterlage die feuchte Abkühlungsgröße nach ROBITZSCH aufgezeichnet und ihr modifizierender Einfluß errechnet. Da be-

*) Im Schriftenverzeichnis zusätzlich aufgeführte Autoren, wie Haeberlin, de Rudder, Seyboldt, Vogt, wurden vom Verfasser zum Einlesen in das Gebiet der Bioklimatologie benutzt.

kannt ist, daß die Adaptation an ein Reizklima in Phasen verläuft und an der Nordsee bis in die 4. Woche von Beginn einer Kur reicht, ist die Durchführung der Untersuchungen in jeder Woche erforderlich, um Folgerungen für den Ablauf der Klimakuren und ihre Wirkung auf den Organismus ziehen zu können.

2. Meßprinzip des Fluvographen

Es handelt sich bei dem Fluvographen um eine Apparatur, die aus drei Teilen besteht. Das Grundgerät, oben, das Registriergerät in der Mitte und das Kompensationsgerät, unten, werden miteinander verbunden. Das Grundgerät enthält die Stabilisatoren und die Schutztransformatoren für die Gerätespannung sowie Einrichtungen zur Grob- und Feineinstellung der Kompensationsspannungen und der Heizströme. Das Registriergerät ist ein Doppellinienschreiber mit zwei Meßwerken, an das zwei Meßfühler zur Messung der Hautdurchblutung angeschlossen werden. Im Kompensationsgerät werden neben der Stabilisierung des Meßvorgangs die kleinen Meßspannungen, die an den Meßfühlern auftreten, so verstärkt, daß der Doppellinienschreiber betrieben werden kann (Angaben aus der Gebrauchsanweisung zum Fluvographen der Fa. Hartmann & Braun).

In unserem Falle wurde für die Messung der Hautdurchblutung die Beuge des Unterarmes gewählt. Die betreffende Hautstelle wird mit ein oder zwei Tropfen eines Glycerin-Wassergemisches (1:1) angefeuchtet, um einen guten, gleichmäßigen Wärmeübergang zum Meßelement zu erreichen (GOLLENHOFEN und HENSEL, 1963). Der Meßkopf des Wärmeleitfühlers, eine kleine Plexiglasplatte mit zwei Lötstellen aus Gold, wird unter einem Wattebausch mit einem Leukoplaststreifen an der Meßstelle befestigt. In beiden Lötstellen sind innen Bohrungen für die Thermoelemente enthalten. Die eine Lötstelle wird über eine Heizwicklung mit konstantem Wechselstrom auf eine Über-temperatur aufgeheizt. Über eine eingebaute Thermosäule wird die Temperaturdifferenz zwischen den beiden Lötstellen gemessen (HENSEL und BENDER). Je größer der Wärmestrom in der Haut, also je kleiner die Differenz, desto höher ist die Wärmeleitzahl.

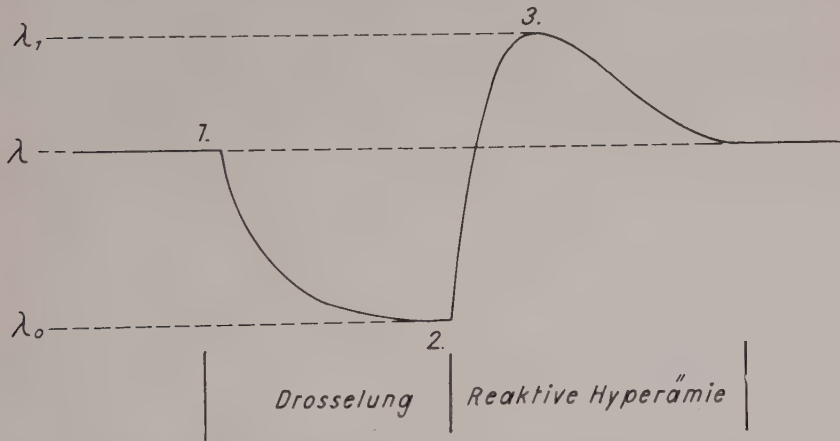
Das Gewebe ist von Flüssigkeit durchströmt. Zu dem durch Wärmeleitung bedingten Wärmeabtransport kommt ein solcher durch Wärmeströmung = Konvektion hinzu. Es erfolgt also exakt physikalisch die Messung einer „Scheinleitzahl“ (Fa. Hartmann & Braun: Gebrauchsanweisung). Im lebenden Gewebe der Haut ist die Wärmeleitzahl ohne Durchströmung mit Blut annähernd konstant. Die Wärmeleitzahl λ verändert sich, wenn sich die Durchströmung bzw. die Hautdurchblutung in dem begrenzten Bereich unterhalb des Meßfühlers ändert. Die Scheinleitzahl wird angegeben in $\text{cal} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{sec}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$. Sie ändert sich mit dem Stromzeitvolumen der Durchblutung, unabhängig von dem Grad der lokalen Blutfülle. — „Die Temperaturdifferenz ist der Wärmeleitzahl und damit der Hautdurchblutung umgekehrt proportional“ (HENSEL und BENDER).

Nach einstündiger Vorheizzeit vor jeder Messung zur konstanten Einstellung der Ausgangswerte erfolgt jeweils über die Einschaltung von Heizung und Kompensation die Tätigkeit der benötigten Meßbereiche. Ein Temperaturgradient zwischen den Lötstellen, der noch während der Meßfühler-Überbrückung, also vor Anheizen der einen Lötstelle, erscheint, wird durch geeignete Lage gering gehalten bzw. nach Möglichkeit ganz ausgeschaltet. Die Temperaturdifferenz (ϑ) zwischen den beiden Lötstellen wird vom Registriergerät nach Einschaltung des Papiervorschubs aufgezeichnet. Aus einem Diagramm über das Verhältnis von Temperaturdifferenz und Wärmeleitzahl werden die λ -Werte entnommen. Nach Messungen am Finger entspricht einer Hautdurchblutung von 16 ml/100 ml Haut · Minute eine Wärmeleitzahl $\lambda = 0,0001$ ($= 10^{-5} \text{ cal} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$) (HENSEL, BENDER, GOLENHOFEN, HILDEBRANDT, BURTON).

Eine Eichskala wird durch Einschalten der Vorkompensation in $0,1^\circ \text{C}$ jedesmal auf dem Papier aufgetragen. Daraus können abgemessen werden:

- λ = Scheinleitzahl bei Ruhedurchblutung,
- λ_0 = Wärmeleitzahl bei Drosselung der Durchblutung und
- $\lambda - \lambda_0$ = Durchblutungsgröße;

außerdem die reaktive Hyperämie in Prozent, wenn vollständige Drosselung der Durchblutung durchgeführt wurde.



In der Besprechung der Ergebnisse sind in den Tabellen und graphischen Darstellungen die drei Punkte:

- 1. = λ (Ruhedurchblutung)
- 2. = λ_0 (Durchblutungs-drosselung)
- 3. = λ_1 (reaktive Hyperämie)

Originalschreibung: Anfang Rolle 4, B. M., Vp.: 11.

Die aufgezeichnete Originalkurve gibt ein Beispiel für den ersten Teil der jeweiligen Messung, und zwar vor dem Spaziergang in die Strandzone. Jeder senkrechte Strich des Normalpapiers zeigt den Ablauf einer Minute an. Die aufgetragene Skala zu Beginn jeder Messung zeigt für jeden Punkt der Kurve den Wert von ϑ an. Nach einer Vorkompensation, die den Zeiger zur Mitte des Registrierpapiers führt, wird die Einstellung des Gradienten abgewartet. Auf die Heizung des Meßfühlers folgt die Kompensation, die nach Abzug der Vorkompensation die Größe von ϑ anzeigt bzw. über das Diagramm zur Hautdurchblutungsmessung mit dem Fluvographen den Wert der Wärmeleitzahl λ ablesen läßt. — Nach der Drosselung sinkt die Hautdurchblutung deutlich ab. Nach Lösen der Drosselung kommt es zur reaktiven Hyperämie, die dann schließlich wieder die Ausgangslage der Ruhedurchblutung erreicht. Das Einsetzen des Luftstroms des physikalischen Reizes läßt die Hautdurchblutung etwas absinken. Im Anschluß daran kommt es in der Nachreaktion wieder zu einem allmählichen Anstieg (Abb. 1).

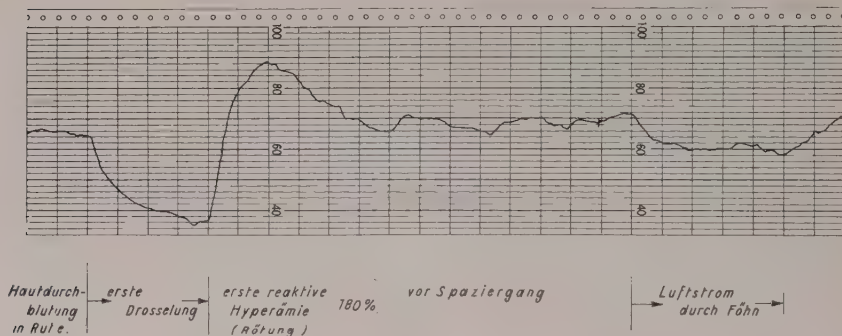


Abb. 1, Kurvenbeispiel: Wiedergabe der Originalschreibung von Vp.: 11

3. Versuchspersonen

Die Messungen erfolgten an zwei Gruppen von Kindern, die im Abstand von zwei Wochen zur Klimabehandlung eintrafen. Die 1. Gruppe umfaßte 10 Jungen, die 2. Gruppe 5 Mädchen und einen Jungen. Die Versuchspersonen waren im Alter von $7\frac{1}{2}$ bis $13\frac{3}{4}$ Jahren und gehören den Krankheitsgruppen der recidivierenden Bronchitis, des Asthma bronchiale, des Ekzems und der Psoriasis vulgaris, der Kreislaufstörungen und der allgemeinen Infektanfälligkeit bei reduziertem Allgemeinzustand an. Es wurden Kinder ausgewählt, die möglichst wenig pathologische Befunde, besonders an der Haut aufwiesen, um zunächst die durchschnittlichen Reaktionen festzustellen.

Vp. 1: L. Hans (Krb.-Nr. 1441/61), 12; 6 J., Bronchitis, 151 cm (—1 cm), 37,8 kg (—1,0 kg), AZ reduziert, EZ ausreichend, schlankwüchsig, Muskulatur normotonisch. Hautbeschaffenheit: sonnengebräunt, rein, Hautfaltendicke, über dem Abdomen neben dem Nabel mit einem Beckenzirkel gemessen: 1 cm. Gewicht bei Entlassung: 42 kg. Meßdaten: 12., 16., 22., 31. VIII.; 6., 12., 20., 27. IX.; 10., 18., 28. X. 61.

Vp. 2: H. Jürgen (Krb.-Nr. 1433/61), 11; 6 J., Psoriasis, vegetative Dystonie, 152 cm (+5 cm), 43 kg (+3,5 kg), AZ gut, EZ gut, Muskulatur: kräftig, Haut: sonnengebräunt, fest, etwas dick, Hautfaltendicke: 1,6 cm. Gewicht bei Entlassung: 48 kg. Meßdaten: 12., 17., 22., 31. VIII.; 6., 13., 21., 28. IX.; 9., 16., 23. X. 61.

Vp. 3: G. Peter (Krb.-Nr. 1449/61), 13; 7 J., Kreislaufstörungen, Scheuermann'sche Erkrankung, 172 cm (+12 cm), 63 kg (+3,2 kg), AZ gut, EZ gut, Muskulatur kräftig, Haut: glatt, etwas sonnengebräunt, Hautfaltendicke 1,6 cm. Gewicht bei Entlassung 64,8 kg. Meßdaten: 12., 17., 23. VIII.; 1., 5., 13., 22., 29. IX.; 9. 16. X. 61.

Vp. 4: T. Karl (Krb.-Nr. 1458/61), 11; 3 J., Neigung zu rezidivierenden Infekten der Luftwege, Erholungsbedürftigkeit bei herabgesetztem AZ, 138 cm (—6 cm), 30,5 kg (—0,6 kg), AZ mäßig, EZ ausreichend, Muskulatur: schlaff, zart, Haut: rein, glatt, wenig straff, Hautfaltendicke 1,5 cm, Gewicht bei Entlassung: 36 kg. Meßdaten: 12., 21., 25. VIII.; 2., 8., 15., 22., 29. IX.; 12., 18., 25. X. 61.

Vp. 5: K. Erhard (Krb.-Nr. 1437/61), 10; 8 J., Neurodermitis, 149 cm (+6 cm), 45 kg (+7,2 kg), AZ gut, EZ zu reichlich, Muskulatur: normotonisch, Haut: schlaff, glatt, dick, Hautfaltendicke: 3,2 cm. Gewicht bei Entlassung 47,5 kg. Meßdaten: 15., 19., 24. VIII.; 4., 9., 16., 23., 30. IX.; 11., 20., 26. X. 61.

Vp. 6: K. Heinz (Krb.-Nr. 1436/61), 7; 8 J., Chronisches Ekzem, 128 cm (± 0 cm), 23 kg (—2,4 kg), AZ befriedigend, EZ: etwas reduziert, Muskulatur: gut entwickelt, Haut: sonst glatt, zart marmoriert, Hautfaltendicke: 1 cm. Gewicht bei Entlassung: 26,5 kg. Meßdaten 14., 19., 24. VIII.; 2., 8., 15., 20., 29. IX.; 11., 18., 25. X. 61.

Vp. 7: R. Manfred (Krb.-Nr. 1445/61), 13; 7 J., Neigung zu rezidivierenden Infekten, Vasolabilität, Neurodermitis, Haltungsschwäche, 160 cm (± 0 cm), 47,3 kg (+0,6 kg), AZ gut, EZ gut, Muskulatur: kräftig, straff, Haut: handflächengroße Lichenifikation mit derben Papeln sowie subkutaner Knotenbildung am re. Unterschenkel, sonst rein, blaß, Hautfaltendicke: 1 cm. Gewicht bei Entlassung: 51 kg. Meßdaten: 18., 19., 25., 31. VIII.; 9., 12., 19., 27. IX.; 10., 17., 24. X. 61.

Vp. 8: S. Karl (Krb.-Nr. 1446/61), 11; 0 J., Neigung zu spastischen Bronchitiden, beginnendes Lungenemphysem, 146 cm (+2 cm), 36,2 kg (—2,8 kg), AZ gut, EZ mäßig, Muskulatur: gut, Haut: glatt, locker, leicht gebräunt, Hautfaltendicke: 1,2 cm. Gewicht bei Entlassung: 37,4 kg. Meßdaten: 14., 17., 22. VIII.; 1., 7., 14., 21., 28. IX.; 11., 19., 23. X. 61.

Vp. 9: D. Klaus (Krb.-Nr. 1425/61), 10; 9 J., Chronische asthmoide Bronchitis, 148 cm (+5 cm), 37,2 kg (+2,3 kg), AZ gut, EZ gut, Muskulatur: straff, kräftig, Haut glatt, Hautfaltendicke: 1,5 cm. Gewicht bei Entlassung 44,5 kg. Meßdaten: 14., 18., 23. VIII.; 2., 8., 16., 23., 30. IX.; 12., 20., 25. X. 61.

Vp. 10: H. Werner (Krb.-Nr. 1432/61), 9; 2 J., Neigung zu Bronchitis, reduzierter Allgemeinzustand, 134 cm (—2 cm), 26, 1 kg (—3,0 kg), AZ befriedigend, EZ etwas reduziert, Muskulatur zart, Haut: glatt, hell, Hautfaltendicke: 1,2 cm. Gewicht bei Entlassung: 30,8 kg. Meßdaten: 14., 18., 23. VIII.; 1., 7., 14., 19., 26. IX.; 10., 17., 24. X. 61.

Vp. 11: B. Mechthild (Krb.-Nr. 1543/61), 10; 5 J., asthmoide Bronchitis, 142 cm (± 0 cm), 36,3 kg (+2,5 kg), AZ gut, EZ sehr gut, Muskulatur: kräftig, etwas schlaff, Haut: glatt, etwas gebräunt, Hautfaltendicke: 1,6 cm. Gewicht bei Entlassung: 39,2 kg. Meßdaten: 28., 30. VIII.; 6., 13., 20., 26. IX.; 3., 13., 19., 27. X. 61.

Vp. 12: K. Sybille (Krb.-Nr. 1530/61), 9; 9 J., Recidivierende Bronchitis, 136 cm (—2 cm), 31,6 kg (+1,2 kg), AZ gut, EZ gut, Muskulatur: kräftig, Haut: glatt, gebräunt, Hautfaltendicke: 1 cm. Gewicht bei Entlassung: 31,9 kg. Meßdaten: 26., 29. VIII.; 4., 11., 18., 25. IX.; 2., 12., 20., 26. X. 61.

Vp. 13: K. Edith (Krb.-Nr. 1528/61), 11; 4 J., Asthma bronchiale, 137 cm (—10 cm), 31,6 kg (+0,8 kg), AZ gut, EZ gut, Muskulatur: kräftig, genügend straff, Haut: leicht gebräunt, glatt, Hautfaltendicke: 1,6 cm. Gewicht bei Entlassung 32,6 kg. Meßdaten: 28., 30. VIII.; 15., 19., 26. IX.; 3., 14., 21., 26. X. 61.

Vp. 14: N. Hannelore (Krb.-Nr. 1516/61), 10; 1 J., Allgemeine Asthenie, Haltungsschwäche, Blutarmut, 141 cm (+1 cm), 30 kg (—3,3 kg), AZ genügend, EZ reduziert, Muskulatur: etwas schlaff, Haut: gebräunt, glatt, Hautfaltendicke: 1,2 cm. Gewicht bei Entlassung: 32,7 kg. Meßdaten: 26., 29. VIII.; 5., 11., 18., 25. IX.; 2., 9., 16., 23. X. 61.

Vp. 15: H. Ruth (Krb.-Nr. 1539/61), 9; 9 J., Neurodermitis bei exsudativer Diathese, 135 cm (—3 cm), 29,1 kg (—0,8 kg), AZ genügend, EZ mäßig, Muskulatur: schlaff, Haut: glatt, blaß, Hautfaltendicke: 1 cm. Gewicht bei Entlassung: 28,8 kg. Meßdaten: 26., 29. VIII.; 4., 11., 18., 25. IX.; 2., 13., 17., 24. X. 61.

Vp. 16: S. Wolfgang (Krb.-Nr. 1504/61), 11; 6 J., Infektanfälligkeit, Hautüberempfindlichkeit, asthmatische Beschwerden, 142 cm (—5 cm), 32,2 kg (—1,7 kg), AZ ausreichend, EZ gut, Muskulatur: ausreichend straff, kräftig, Haut: rein, Hautfaltendicke: 0,8 cm. Gewicht bei Entlassung: 34,4 kg. Meßdaten: 28., 30. VIII.; 5., 12., 22., 27. IX.; 3., 13., 19., 27. X. 61.

4. Versuchsanordnung zur Messung

In der ersten Woche nach der Aufnahme in das Seehospiz erfolgten jeweils zwei Messungen, anschließend wöchentlich je Kind eine Messung. Durchschnittlich kamen vom 12. August bis 28. Oktober 1961 auf die erste Gruppe

je 11, auf die zweite Gruppe je 10 Messungen. Wegen der langen Vorheizzeit des Fluvographen und der fortlaufenden Schreibung, die für die Ablesung der Reaktionen erforderlich ist, konnten pro Tag nur 3 bis höchstens 4 Messungen durchgeführt werden. Der mögliche Einfluß der Tageszeiten wurde dadurch ausgeschaltet, daß die Untersuchungen bei jedem Kind zur gleichen Tageszeit durchgeführt wurden.

Die Versuchsperson hielt vor jeder Messung 20 Minuten Ruhe auf dem Untersuchungsbett ein. Die Raumtemperatur wurde mit Hilfe eines elektrischen Heizgerätes mit Stufenschaltung und Ventilator stets auf 20° C gehalten; die relative Feuchte betrug 50—70 %. Die Ruhezeit war auch erforderlich, um den Wärmeleitfühler gradientenfrei, d. h. so anzulegen, daß ohne Aufheizen zwischen den beiden Lötstellen gleiche Temperatur herrschte, daß der Meßfühler also über keinem größeren Gefäß lag. Auch die weiteren Einstellungen des Gerätes erforderten mehrere Minuten: Schalterstellungen, Vorkompensieren mit Eichen der Schreibung, Vorheizen, Null mit Gradieneinstellung, Heizen und Kompensieren. Gemessen wurde die Ruhedurchblutung, ersichtlich aus dem eingestellten Niveau der Wärmeleitzahl λ . Mit einer Blutdruckmanschette wurde bei 160 mm Hg bis zu einer Niveaueinstellung, etwa 4 Min. lang, am Oberarm die Durchblutung gedrosselt. Stellte sich schon eher ein Niveau ein, so genügte manchmal eine Drosselung von 2—3 Min. Dauer. Es interessierten wieder die absoluten Werte der Wärmeleitzahl bei Drosselung (λ_0) und bei der reaktiven Hyperämie (λ_1), die 7 bis 10 Min. lang in ihrem Verlauf abgewartet wurde.

Sobald sich wieder eine Ruhelage der Schreibung eingestellt hatte, setzte für die Dauer von 5 Min. ein Luftstrom, mit einem Föhn erzeugt, ein. Dieser Föhn war senkrecht über dem Meßfühler am Unterarm in 60 cm Entfernung an einem Gestell angebracht. Diese Entfernung wurde gewählt, um im Zentrum der Auftrittsfläche eine Temperatur von 32° C zu bekommen, die der durchschnittlichen Hauttemperatur dieses Bereichs entsprach. Der Föhn setzte einen physikalischen Reiz auf das Hautorgan mit einer Stärke von 3 m/sec, gemessen mit einem Anemometer. Das entspricht einer Windgeschwindigkeit von 10,8 km/Std. und somit der Windstärke 2 nach BEAUFORT, die von 1,9 bis 3,3 m/sec reicht (SAUBERER). Aus Vorversuchen ergab sich die Verwendbarkeit des Föhns in der beschriebenen Meßanordnung. Nach der Bewindung wurde die Schreibung der Hautdurchblutung zur weiteren Ablesung der Reaktion noch 10 Min. lang abgewartet.

Nun sah die Versuchsanordnung einen Spaziergang von 25 Min. Dauer zur Strandzone vor. Dieser Strandspaziergang war als klimatischer Reiz im Therapieplan enthalten und konnte im Sinne einer kurzen Belastung eine durchschnittliche Reaktion erwarten lassen. Er führte von der Klinik des Seehospizes aus hinter einigen Dünen auf kürzestem Wege zum sogenannten Januskopf an den Strand. Je nach Wasserstand ging es dort auf dem Promenadenweg oder direkt am Wasser entlang ein Stück in Richtung ONO. Anschließend

wandten sich Vp. und Begleiter wieder nach WSW und zurück zum Untersuchungsraum. Die Bekleidung richtete sich nach den Erfordernissen des Wetters, so daß während des Spaziergangs Behaglichkeit erreicht wurde. Nach dem Spaziergang wurden der Hautmeßfühler wieder angebracht und erneut die Schreibung der Wärmeleitzahl über die Änderung der Temperaturdifferenz ϑ verfolgt. Es interessierten die Ruhedurchblutung und die Werte der Drosselung und der erneuten reaktiven Hyperämie nach dem Spaziergang.

Als Kennzeichen des betreffenden Wetters wurde die feuchte Abkühlungsgröße, die einen charakteristischen Ausschnitt aus dem umfangreichen Wetterkomplex darstellt, mit sieben Einzelwerten pro Tag für 7, 10, 12, 14, 16, 18 und 21 Uhr von der Wetterwarte übernommen. Aus Windgeschwindigkeit, Temperatur und Feuchtigkeit werden die Zahlenwerte errechnet. Die einbezogene Äquivalenttemperatur entspricht dem Taupunkt, d. h. der Temperatur, bei der die momentane absolute Feuchtigkeit durch Abkühlung 100 % erreichen und kondensieren würde. Der Berechnung der feuchten Abkühlungsgröße liegt die Formel $A_f = (0,22 + 0,25 V^{2/3}) (123,7 - H)$ [mg cal/cm² · sec] zugrunde (ROBITZSCH). (V = Windgeschwindigkeit in Knoten; H = Äquivalenttemperatur).

(Für die Mitteilung der „Großwetterlagen“ und die Errechnung der feuchten Abkühlungsgrößen danke ich dem Leiter der Wetterwarte und Medizinisch-Meteorologischen Beratungsstelle Norderney, Herrn Dipl.-Meteorologen O. PAHL und seinen Mitarbeitern.)

III. Ergebnisse der eigenen Untersuchungen

Im Gegensatz zu Messungen im Binnenlande ist bei den eigenen Versuchspersonen, Kindern mit Erkrankungen im Alter von 7¹/₂ bis 13³/₄ Jahren, die Hautdurchblutung geringer. Die durchschnittliche Wärmeleitzahl bei Durchblutung in Ruhe beträgt $\lambda = 88,59 \cdot 10^{-5}$, bei Drosselung $\lambda_0 = 83,69 \cdot 10^{-5}$, die Differenz zwischen Durchblutung bei Ruhe und bei Drosselung $\lambda - \lambda_0 = \Delta \lambda = 4,90 \cdot 10^{-5}$ cal · cm⁻¹ · sec.⁻¹ · ° C⁻¹, was einer durchschnittlichen Durchblutung von 7,6 ml/100 ml Haut · Min. entspricht.

Durch die Untersuchungen wird die im ganzen geringe Hautdurchblutung in der Strandzone deutlich. Nach den Spaziergängen liegt die durchschnittliche Wärmeleitzahl tiefer, nämlich bei $\lambda = 84,6 \cdot 10^{-5}$. Dabei sinken auch die Werte für die Drosselung ab. Dazu verläuft die geringe Durchblutung nach kurzem Spaziergang in der Brandungszone gleichmäßiger. Der Anstieg in der reaktiven Hyperämie erfolgt prompter und relativ höher bei der Messung nach dem Spaziergang, doch bleiben die absoluten Werte wesentlich hinter denen vor dem Spaziergang zurück.

In der zweiten Abbildung sind alle Versuche bei dem Kind H. J. (Vp.: 2)

Spaziergang 25' in die Strandzone

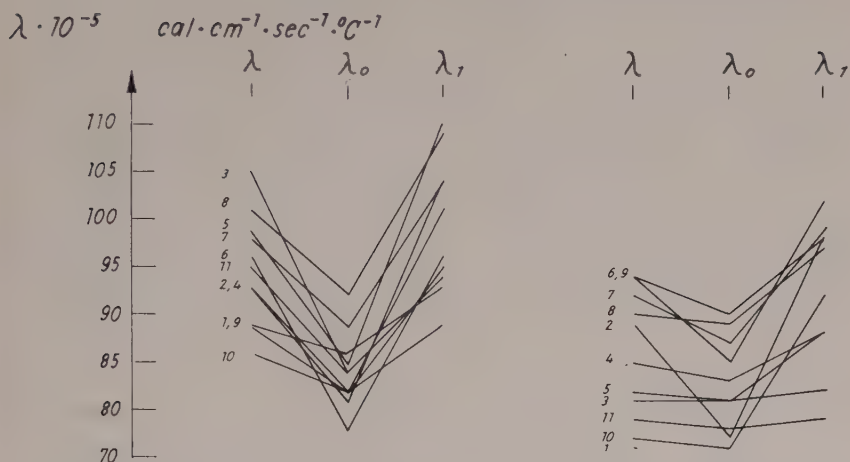


Abb. 2. Beispiel H. J.; Vp. 2, alle Versuche übereinander gezeichnet. Wärmeleitfähigkeit λ , Drosselung λ_0 und reaktive Hyperämie λ_1 vor und nach Spaziergang. Die Versuche sind fortlaufend von 1 bis 11 gekennzeichnet. Hohe Ruhedurchblutung mit starker reaktiver Hyperämie.

Spaziergang 25' in die Strandzone

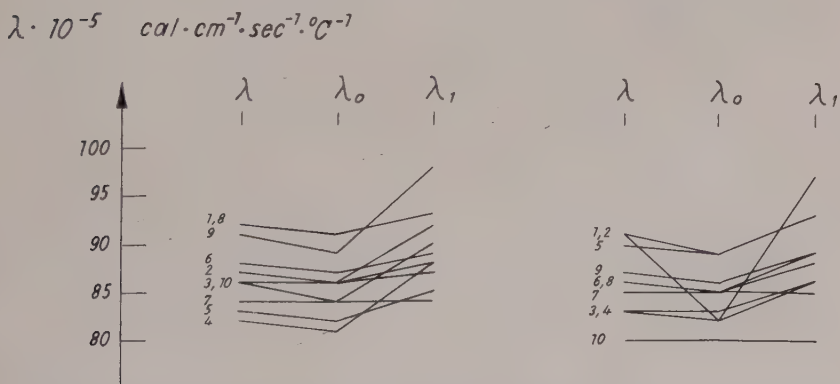


Abb. 3. Beispiel N. H., Vp. 14, alle Versuche übereinander gezeichnet. Wärmeleitfähigkeit λ , Drosselung λ_0 und reaktive Hyperämie λ_1 vor und nach Spaziergang. Die Versuche sind fortlaufend von 1 bis 10 gekennzeichnet. Ruhedurchblutung und reaktive Hyperämie sind klein.

wiedergegeben. Es zeigt sich, daß die Durchblutungsgröße ($\lambda - \lambda_0$) bei allen 11 Versuchen ziemlich gleich groß ist, daß aber die Durchblutungsgröße bei Drosselung zwischen $78 \cdot 10^{-5}$ bis $92 \cdot 10^{-5}$ liegt und daß die reaktive Hyperämie etwa 180 % der Ruhedurchblutung beträgt. Nach dem Strandspaziergang liegen die Meßwerte niedriger, die Durchblutungsgröße $\lambda - \lambda_0$ ist kleiner, der Anstieg zur reaktiven Hyperämie ist relativ größer, nämlich 230 % der Durchblutungsgröße, absolut bleibt die Durchblutung aber noch nach Drosselung niedriger als vor dem Spaziergang. Um diese Befunde gleichzeitig, d. h. mit einer Zahl erfassen zu können, wurde als Hilfsgröße die Fläche eines Dreiecks mit den Ecken λ , λ_0 und λ_1 berechnet. (Hypothenuse $\lambda\lambda_1$, Höhe des Dreiecks bis λ_0 .) Trotz größerer reaktiver Hyperämie werden diese Flächen nach dem Spaziergang am Strande kleiner (s. unten), da die Ruhedurchblutung nach Spaziergang als Ausgangslage niedriger als vorher ist.

1. Einteilung nach Unterschieden der Reaktionsweise

Eine Änderung der reaktiven Hyperämien läßt eine Änderung der Reaktionen der Blutgefäße in der Haut nach dem Klimareiz erkennen. Um den Ablauf der Reaktionen besser erkennen zu können, wurden für alle untersuchten Kinder die Meßwertgruppen hintereinander gezeichnet. Danach läßt sich eine Einteilung nach verschiedenen Reaktionstypen vornehmen.

Beim Typ I wird eine starke Reaktion erkennbar. Es besteht eine hohe Durchblutungsgröße bei hoher Ausgangslage von λ . Zunächst bleibt eine relativ hohe Durchblutungsgröße auch nach dem Spaziergang bestehen. Später werden die Unterschiede im Kurvenbild zwischen den Messungen vor und nach dem Spaziergang größer. Gegen Ende des Messungsverlaufs sind die Flächen des Hilfsdreiecks im ganzen kleiner durch eine verminderte Ausgangslage im Sinn einer Anpassung an den Klimareiz. Darauf folgt teilweise eine deutliche reaktive Hyperämie, mehr im Verhältnis zur Ruhedurchblutung als in ihrer absoluten Größe. Aus diesen Veränderungen kann auch eine zunehmende Anpassung an die Klimareize im Sinne einer verbesserten Reaktionsbereitschaft geschlossen werden (Abb. 2).

Der Typ II fällt auf durch eine besonders geringe Reaktion. Die Dreiecke sind flacher als Folge einer kleinen Durchblutungsgröße. Wegen geringer Reaktionsbereitschaft kommt es nur zu schwachen reaktiven Hyperämien. Bei mehreren Kindern bestehen dabei hohe Ausgangslagen mit einem Wert für λ größer als $90 (\cdot 10^{-5})$ (Abb. 3).

In Typ III besteht über die einzelnen Messungen hin vor allem im späteren Kurverlauf eine hohe Ausgangslage von λ bis etwa $100 (\cdot 10^{-5})$. Die Werte für Ruhedurchblutung λ und die Durchblutungs-drosselung λ_0 steigen im Laufe der Wochen etwas an. Gleichzeitig nimmt die reaktive Hyperämie später zu. Teils ist die Reaktion schwach, teils bestehen deutliche und übernormale Ausschläge mit großen Flächen als Ausdruck großer Durchblutungsvolumina.

Am Anfang ist die Ruhedurchblutung so klein, daß sie nicht meßbar ist, die Haut spricht auch noch nicht auf den Klimareiz an.

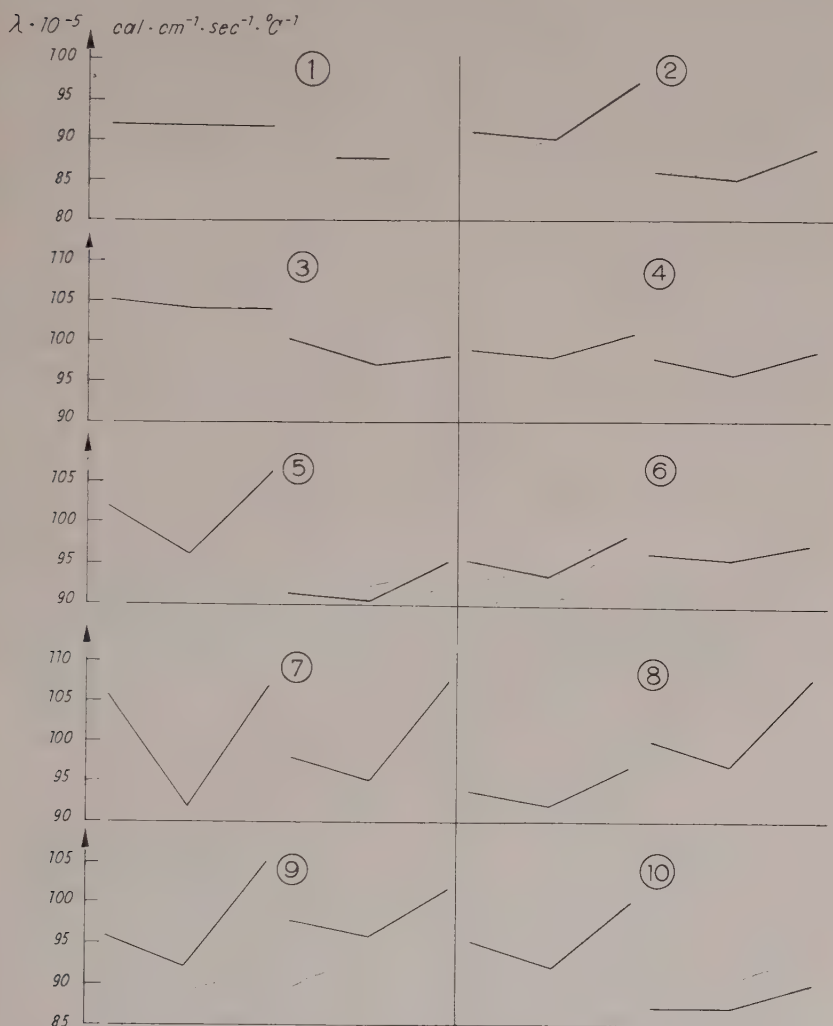


Abb. 4. G. P., Vp. 3, alle Versuche hintereinander gezeichnet. Wärmeleit-
zahl λ , Drosselung λ_0 und reaktive Hyperämie λ_1 vor und nach Spaziergang.
Die Untersuchungen sind fortlaufend von 1 bis 10 gekennzeichnet. Verbes-
serung der Hautdurchblutung vom 5. Versuch ab.

Vom 2. bis 4. Versuch, Ende der 1. bis zur 3. Woche, wird eine Besserung erkennbar. In der 4. bis 6. Woche, vom 5. Versuch ab, ist die Durchblutung erheblich vergrößert, und auf den Klimareiz erfolgt ein kräftiges Ansprechen im Sinn einer Vasokonstriktion (Abb. 4).

Bei Typ IV besteht anfangs eine mittelhohe Ausgangslage. Um diese erfolgen auffällige Schwankungen als Ausdruck verschiedener Reaktionen seitens des Hautorgans. Die Flächen, die die Durchblutungsvolumina kennzeichnen, sind durchschnittlich bis deutlich groß. Die Ausgangslagen der Durchblutungsgrößen λ und der Drosselungswerte λ_0 sinken im Verlauf der Messungen leicht ab.

Es wurde der Versuch gemacht, die verschiedenen Typen, die für den Ablauf der Reaktion beschrieben wurden, den Diagnosen zuzuordnen. Bei Ekzem und Psoriasis finden wir zweimal Typ I mit verlangsamer Anpassung, die sich schließlich verbessert. Für Infektanfälligkeit bei dem reduzierten Allgemeinzustand der betreffenden Versuchspersonen kommt besonders Typ II mit geringer Reaktionsbereitschaft vor, dazu Typ III und Typ IV. Bei Asthma bronchiale stehen sich starke Reaktionen mit überschießender Hyperämie aus Typ I und schwaches Reagieren bei sehr geringer Durchblutungsgröße (Typ II) gegenüber.

Bei der Zuordnung von Krankheiten zu den einzelnen Reaktionstypen mag die Unterschiedlichkeit der Hautdicke und Beschaffenheit ein einheitliches Bild verhindern. So haben wir in der Typenaufstellung, die zuerst erfolgte, große Durchblutungsgrößen, große Flächen der graphischen Darstellung, bei kleiner (1,0 cm) und größer (1,6 cm) Bauchfaltendicke in Typ I. In Typ II und III mit meist kleinen Ausschlägen liegen mittelgroße Bauchfaltendicken zwischen 1 und 1,5 cm, eher dünnere Integumina, vor. Vorwiegend stehen stärkere Gewichtszunahmen und stärkere Reaktionen wie in Typ I und IV den begrenzten Zunahmen oder in einem Falle Abnahme und schwachen Durchblutungsgrößen und flachen Reaktionen wie in Typ II und mit Einschränkungen Typ III gegenüber.

2. Durchschnittliche Veränderungen im Kurverlauf

Für die einzelnen Messungen werden die Durchschnittswerte der Wärmeleitzahlen der Hautdurchblutungen dargestellt. Bei Gegenüberstellung der Hautdurchblutung vor und nach Spaziergang liegt die Durchblutungsgröße nach dem Spaziergang in die Strandzone immer niedriger. Im Verlauf der Messungen nimmt der Unterschied ab. Ein Ansteigen der Wärmeleitzahlen während des Kurverlaufs, vor allem für die Messungen nach Spaziergang, wird erkennbar, wobei mit fortschreitender Jahreszeit schließlich die Werte etwas absinken. Der modifizierende Einfluß des Wetters wird z. B. bei der 9. Messung auffällig, als z. Z. der ersten Kälteeinbrüche mit steigenden Abkühlungsgrößen die Hautdurchblutung absinkt. Z. Z. der 3. Messung bei der ersten, zahlenmäßig stärkeren Gruppe ist die durchschnittliche Ruhedurchblutung

außergewöhnlich groß, was vornehmlich durch das Einströmen von Warmluft mit folgender Hochdrucklage und niedrigen Abkühlungsgrößen hervorgerufen wurde (Abb. 5).

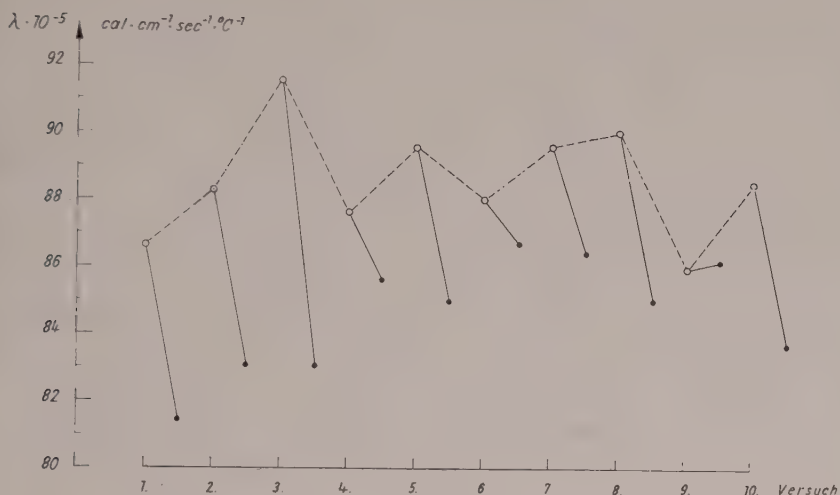


Abb. 5. Die Durchschnittswerte für die Wärmeleitzahl λ sind für alle Versuche, jeweils vor (O) und nach (●) Spaziergang einander gegenübergestellt und miteinander verbunden (—). Außerdem sind alle Wärmeleitzahlen λ vor den Versuchen miteinander verbunden (---).

Das Durchschnittsbild der Durchblutungsgrößen aller Versuchspersonen wurde für jede Messung für Drosselung und reaktive Hyperämie gezeichnet. Es sollten die Kurven, gemessen vor und nach dem Spaziergang, einander zum Vergleich gegenübergestellt werden. Während die Kurven sich anfangs mehr unterscheiden, werden die Dreiecke, gebildet aus den drei Meßpunkten, vor und nach Spaziergang gegen Kurende einander ähnlicher (Abb. 6).

In der Darstellung sämtlicher Werte für die Ruhedurchblutung vor dem Spaziergang in absoluten Leitzahlen in $\lambda \cdot 10^5$ wird während des Kurverlaufs eine Annäherung an eine Mittellage im Sinne einer Normalisierung erkennbar. Während sich anfangs die Werte innerhalb der dreifachen Standardabweichung = 3-s-Grenze bewegen, erst mit niedrigeren Werten, dann etwas ansteigend, erfolgt bis zur 6. bzw. 8. Messung eine Konzentrierung innerhalb der zweifachen Standardabweichung. Bei der 10. Messung, wie überhaupt gegen Ende der Messungen, liegt die Mehrzahl der Einzelwerte innerhalb der einfachen Standardabweichung s des Mittelwertes $\bar{x} = 88,59$ ($\lambda \cdot 10^5$) (Abb. 7).

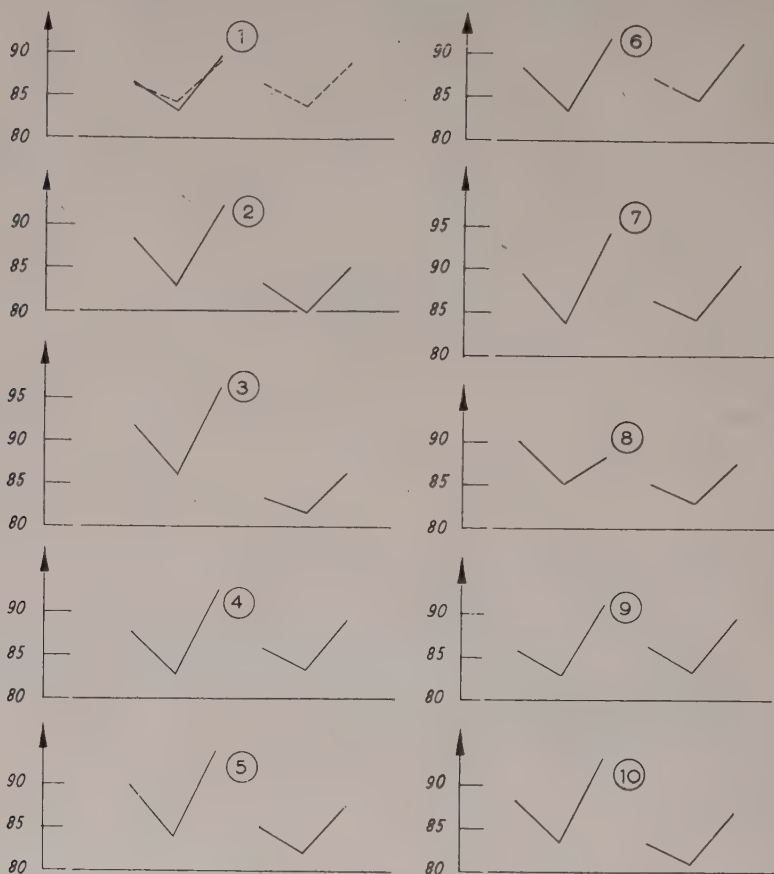
$\lambda \cdot 10^{-5} \quad \text{cal} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{sec}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$
 $\lambda \cdot 10^{-5} \quad \text{cal} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{sec}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$


Abb. 6. Zeichnung: Gesamtmessungen, Wärmeleitzahl λ , Drosselung λ_0 und reaktive Hyperämie λ_1 vor und nach Spaziergang. Dargestellt sind die Durchschnittswerte für jede Messung mit der gleichen Anzahl von Einzelwerten. Die Reihenfolge im Kurverlauf wird erkennbar.

Die Hautdurchblutungsgrößen nach dem Spaziergang wurden ebenfalls für jede Messung auf ihre Streubreite hin untersucht. Die Spanne der Durchblutungsgrößen vermindert sich von der ersten Messung recht gleichmäßig verteilt zwischen 73 und 91 (in $\lambda \cdot 10^{-5}$) bis zum Kurende auf die Breite von 76 bis 87 in 85 % bzw. die geringe Streubreite von fünf Einheiten ($\lambda \cdot 10^{-5}$)

bei über der Hälfte der Versuchspersonen. Einmal lautet der Wert 92 und einmal 96. Eine Versuchsperson wird als Ausreißer auffällig, drei weitere Vp. schwanken durch unterschiedliche Größen ihrer Hautdurchblutung über den Kurverlauf hinweg deutlich.

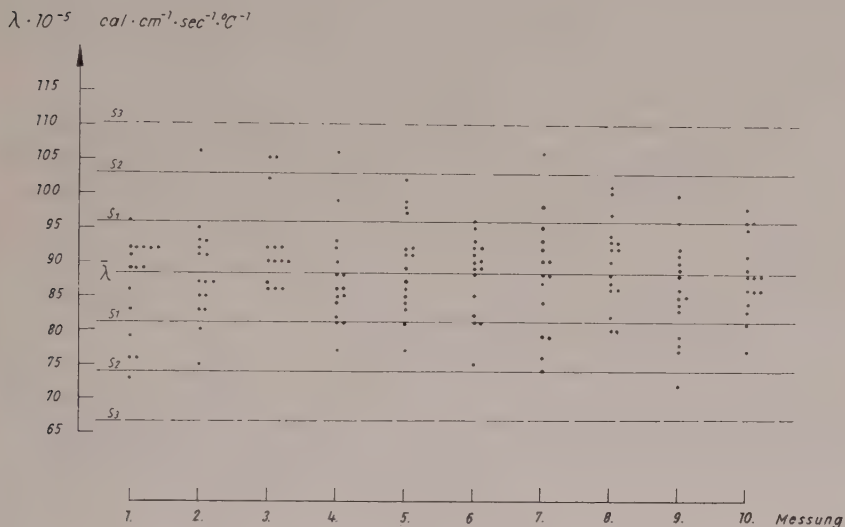


Abb. 7. Zeichnung: Normalisierung. Dargestellt sind alle Wärmeleitzahlen λ für die Hautruhedurchblutung vor Spaziergang. Ihre Reihenfolge ist nach Messungen über den Kurverlauf hin gekennzeichnet. Die Standardabweichung $S = 7,1789$; die durchschnittliche Wärmeleitzahl $\bar{\lambda} = 88,5892$.

Zu den Meßwerten für die Hautdurchblutung vor und nach Spaziergang wurde die Streuung der Versuchspersonen ausgerechnet. Meistens ist die Streuung der Werte s für die Hautdurchblutung nach dem Spaziergang in die Strandzone geringer als vorher. Dazu nimmt die Streuung über den Kurverlauf hin ab, sowohl für die Hautdurchblutung vor als auch nach dem Spaziergang. Der Wert $s = 5,99$ für die Streuung bei der letzten bei allen Kindern durchgeführten 10. Messung vor dem Spaziergang ist der niedrigste. Die Streuung der Werte, die nach dem Spaziergang gemessen wurden, verringerte sich im Laufe der Untersuchungszeit (Abb. 8).

Um die reaktiven Hyperämien mit erfassen zu können, wurden die Flächen ($g \cdot h/2$) der Dreiecke λ , λ_0 , λ_1 ausgerechnet und der Durchschnitt für die Werte jeder einzelnen Messung aufgezeichnet. Flächen, die infolge geringer Reaktion nicht zustande kamen, wurden dabei in der Tabelle lediglich mit 1 (mm^2) berücksichtigt. Schreibungsfehler, über Gradientverschiebung oder Venennähe

verursacht, waren dann mitbeteiligt (GOLENHOFEN, HENSEL und HILDEBRANDT (Abb. 9).

Die im Text beschriebenen Flächen über Wärmeleitzahl λ , Drosselung λ_0 und reaktiver Hyperämie λ_1 wurden als Durchschnittswerte für jede Messung vor und nach Spaziergang bei allen Versuchspersonen ausgerechnet. Nach dem Spaziergang sind die Flächen bei jeder Messung kleiner als davor, was besonders durch die geringe Ausgangslage bzw. Hautdurchblutung infolge der großen Abkühlungsgröße der Strandzone hervorgerufen wird. Über den Durchschnittswerten wurde wiederum die errechnete Streuung eingezeichnet. Von der dritten Messung ab ist die Streuung nach dem Spaziergang immer geringer, wie aus den eingetragenen Werten von s deutlich hervorgeht. Dieses Einheitlicher- und Regelmäßigerwerden der reaktiven Hyperämien deutet auf eine Sammlung der Werte um eine Mittellage nach dem Spaziergang in die Strandzone hin. Die beiden gestrichelten Linien verbinden die Durchschnittswerte der Flächen, die für die Untersuchungen vor bzw. nach dem Spaziergang gelten, über den Kurverlauf hin. Im ganzen ist ein leichter Anstieg im Sinne verbesserter Hautruhedurchblutung festzustellen, der mit fortschreitender Jahreszeit schließlich innehält.

Der Anhalt zur weiteren Berechnung der Streuung ergab sich erst aus der vorausgehenden Darstellung der einzelnen Größen der Dreiecksflächen für alle Versuchspersonen aus allen Messungen. Dabei zeigte sich ein Abnehmen der Streuung der Einzelwerte im Kurverlauf. Flächen gleicher Größe traten

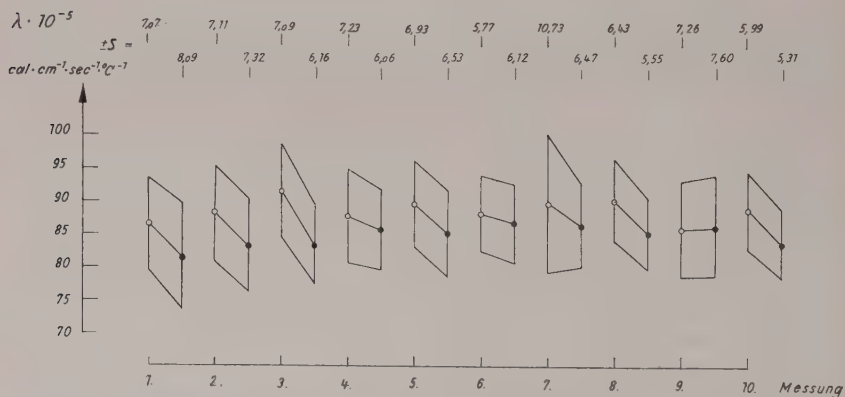


Abb. 8. Zeichnung: Streuung/Hautdurchblutung. Für jede der 10 Messungen ist die durchschnittliche Wärmeleitzahl λ der Hautdurchblutung vor (O) und nach (●) Spaziergang eingezeichnet. Über der durchschnittlichen Hautdurchblutung vor und nach Spaziergang ist die Standardabweichung S , deren genaue Größen in Zahlen angegeben sind, dargestellt.

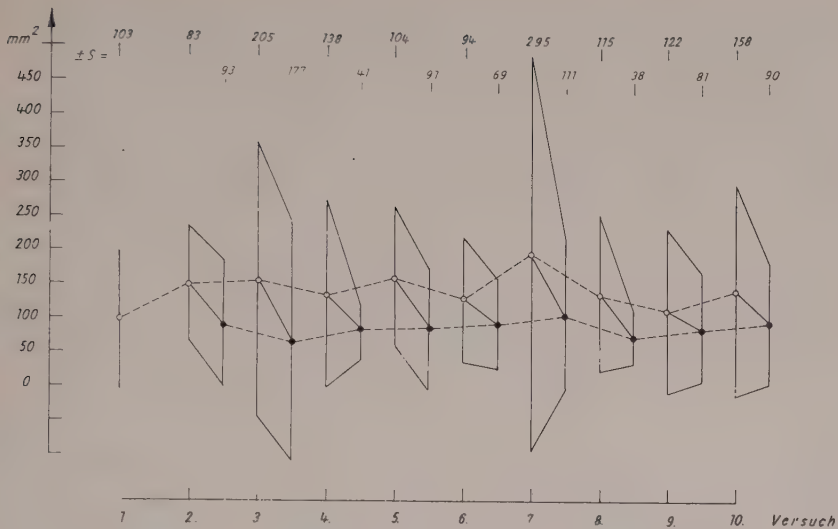


Abb. 9. Die Flächen der Hilfsdreiecke zwischen den Meßwerten für λ_1 , λ_0 und λ_1 vor und nach Spaziergang werden im Durchschnitt für jeden Versuch dargestellt. Die Durchschnittswerte vor (O) und nach (●) Spaziergang sind miteinander verbunden. Über den Durchschnittswerten der Flächen ist jeweils die Standardabweichung S, deren genaue Größe darunter angegeben ist, eingezeichnet. Die gestrichelten Linien verbinden fortlaufend die Flächendurchschnitte vor bzw. nach Spaziergang.

innerhalb einer geringeren Breite gehäuft auf. Bezüglich einer Verminderung der sichtbaren Feldergrößen durch geringere Streubreiten, wie sie z. B. in Richtung auf die 6. bzw. 8. Messung hin erfolgt, mögen sich hemmend die verschiedenen Typen der Versuchspersonen und wesentlich besondere Wetterlagen auswirken.

Was in der Darstellung der reaktiven Hyperämien in Prozentzahlen zum Ausdruck kommt, ist das deutliche Überwiegen der höheren Werte nach dem Spaziergang. Im Laufe der Kurdauer nimmt die zweite reaktive Hyperämie von 200 auf 370 % zu. Das ist ein Hinweis auf verbessertes Reagieren der Haut. Im Sinne der Anpassung war die Haut während des Windreizes gering durchblutet, so daß als Zeichen der Akklimatisation (KRAUEL 1932 b, PIRLET 1961, 1962 b, MENDER 1958 a, JUNGSMANN 1961) wenig Wärme nach außen verloren ging. Auf den Drosselungsreiz folgt dann eine relativ stärkere reaktive Hyperämie (Abb. 10).

Die erste reaktive Hyperämie aus der Ruhedurchblutung heraus wird im Kurverlauf von 210 auf 270 % auch größer. Dies wird erst im Durchschnitt auf-

fällig. Denn bei gleichzeitig wachsender Hautruhedurchblutung wird eine höhere Amplitude im einzelnen Kurvenbild nicht so deutlich.

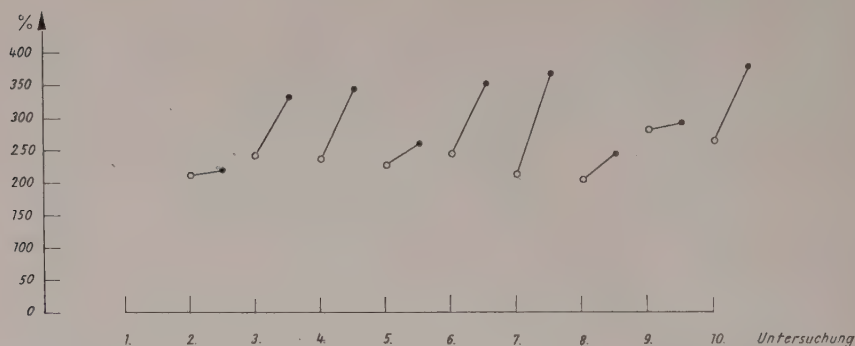


Abb. 10. Zeichnung: Reaktive Hyperämien in Prozenten. Für jede Untersuchung ist die durchschnittliche reaktive Hyperämie in % vor (O) und nach (●) Spaziergang dargestellt. Die Durchschnittswerte jeder Untersuchung sind miteinander verbunden, die Reihenfolge im Kurverlauf gekennzeichnet.

3. Abkühlung und Hautdurchblutung

In einem Diagramm in Form einer Punktwolke werden sämtliche Meßwerte der Hautruhedurchblutung nach Spaziergang in ihrer Beziehung zur feuchten Abkühlungsgröße dargestellt. Es ergibt sich eine nur sehr schwache Korrelation im Sinn einer geringeren Hautdurchblutung bei höherer feuchter Abkühlungsgröße. Für letztere wurden die Werte zugrunde gelegt, die für die Zeit des Spaziergangs berechnet wurden.

Der Grad der Abhängigkeit wurde nach statistischem Rechenblatt (HEITE, KOLLER) berechnet. In dem Punkt, der den Durchschnitt für Hautdurchblutung ($84,6$ in $\lambda \cdot 10^{-5}$) und feuchte Abkühlungsgröße ($94,2$ [$\text{mg cal/cm}^2 \cdot \text{sec}$]) bildet, wurden die Regressionsgeraden errichtet. Die 2. Regression y , die durchschnittliche Änderung von x , wenn y um eine Einheit wächst, errechnete sich zu $-0,051$. Sie zeigt bei Anstieg der feuchten Abkühlungsgröße eine geringe Verminderung der Hautdurchblutung an. Die 1. Regression „von y auf x “ ergab den Wert $-0,618$ (Abb. 11).

Die Verschiedenheit der Ausgangslagen vor der Messung als Ruhedurchblutung verschiedener Typen ist zu berücksichtigen. Bei der unterschiedlichen Bauchfaltendicke und Typenzugehörigkeit kommt in einem Gesamtschema das Ansprechen auf die veränderliche feuchte Abkühlungsgröße durch gegenseitige Minderung im Ausmaß nicht so einheitlich heraus.

Über die Varianz s_{x^2} wurde die Standardabweichung s_x mit $6,6$ ausgerechnet

und auf der 2. Regressionsgeraden eingezeichnet. Das Bestimmtheitsmaß r^2 läßt nur einen geringen Zusammenhang von 3% für die Abhängigkeit der Durchblutungsgröße von den Faktoren der feuchten Abkühlungsgröße zu. In einer weiteren Punktwolke wird die Abhängigkeit der Hautruhedurchblutung bei ihrer jeweils ersten Messung von der gleichzeitigen feuchten Abkühlungsgröße, als Ausschnitt der gegenwärtigen Wetterlage, untersucht. Die Berechnung des 2. linearen Regressionskoeffizienten b_y „von x auf y“ mit $-0,017$ zeigt über das negative Vorzeichen eine geringe Abnahme der Hautdurchblutung bei steigender Abkühlungsgröße an.

Der Anteil, zu dem die Hautruhedurchblutung im Versuchsraum von den Größen bestimmt wird, die auch die feuchte Abkühlungsgröße draußen zur gleichen Zeit bestimmen, ist hier mit 0,37% bedeutungslos. Zwischen der Hautruhedurchblutung und dem „unkorrekten“ Tagesmittel der feuchten Abkühlungsgröße läßt sich keine Abhängigkeit errechnen.

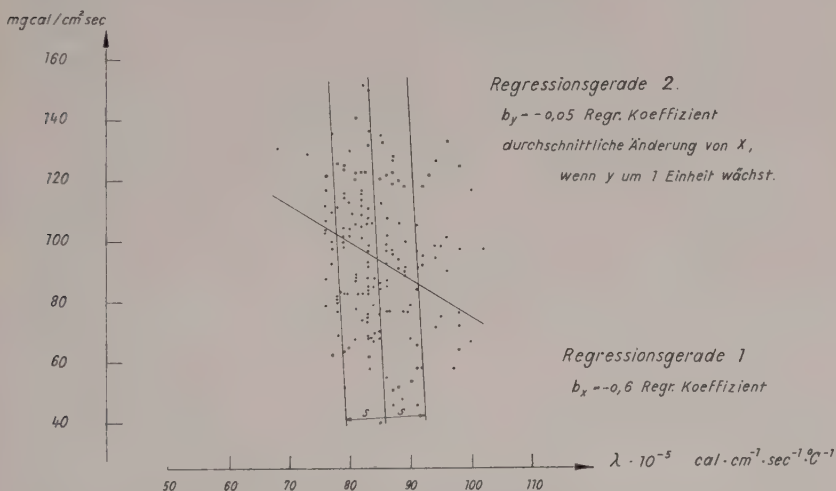


Abb. 11. Zeichnung: Feuchte Abkühlungsgröße/Hautdurchblutung, nach Spaziergang. Die Punktwolke umfaßt alle Wärmeleitzahlen λ der Hautdurchblutung nach Spaziergang in ihrer Abhängigkeit von der feuchten Abkühlungsgröße, die für die Zeit des Spaziergangs errechnet wurde. Die 1. Regression $b_x = -0,6$, die 2. Regression $b_y = -0,05$. Um letztere ist die Streuung $s = 6,601$ eingezeichnet.

4. Wetterlagen

Aus der Darstellung der feuchten Abkühlungsgrößen (nach ROBITZSCH) im Tagesdurchschnitt während der Zeit der Messungen wird die Art und Stärke

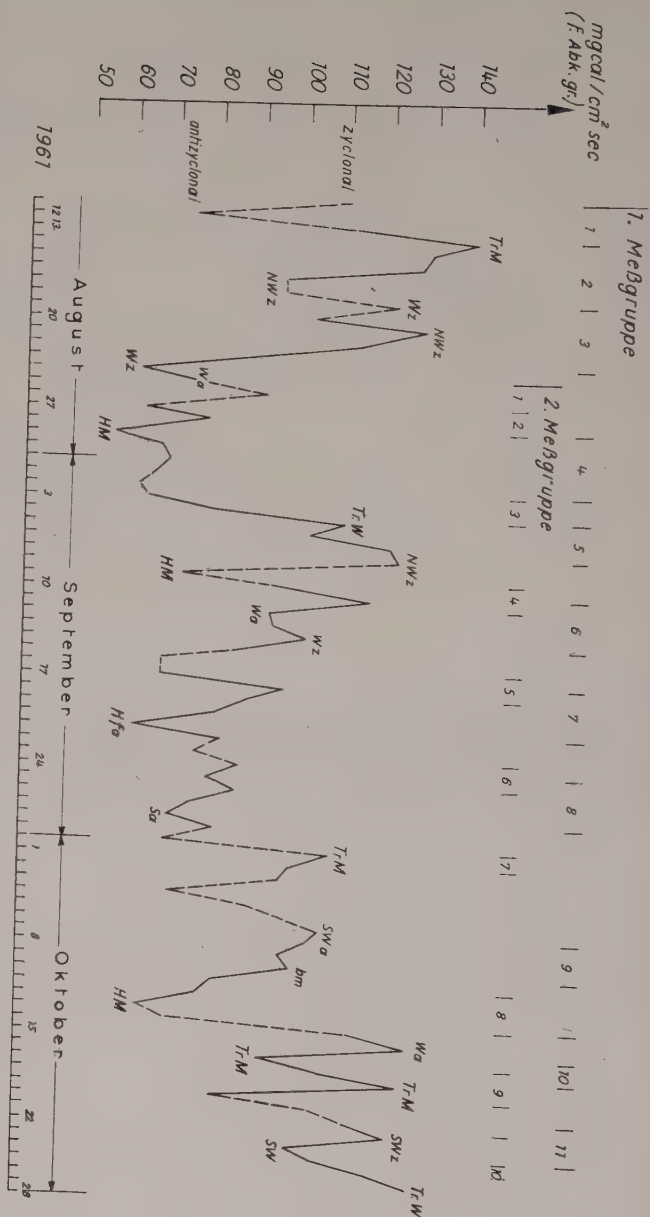


Abb. 12. Zeichnung: Feuchte Abkühlungsgrößen. Während der Kurdauer ist die feuchte Abkühlungsgröße als Ordinate eingezeichnet. Hohen Abkühlungsgrößen entsprechen meist zyklonale (z), niedrigen Abkühlungsgrößen antizyklonale (a) Wetterlagen. Die Untersuchungszeiten für die beiden Gruppen von Vp. sind aus den fortlaufenden Versuchszahlen ersichtlich. Gestrichelte Linien verbinden meßfreie Tage. (Wetterlagen: TrM = Trog über Mitteleuropa, NWz = zyklonale Nordwestlage, Wa = antizyklonale Westlage, HM = Hoch über Mitteleuropa, Hfa = antizyklonales Fennoskandien-Hoch, Sa = Südlage, antizyklonal, bm = zonale Hoch-Brücke, SW = Südwestlage).

der Klimareize während des Kurverlaufs ersichtlich. Gegen Ende August, z. Z. der 3. Messung der ersten Gruppe, bildete sich bei jähem Absinken der feuchten Abkühlungsgröße mit dem Einbruch von Warmluft für 12 Tage ein warmes Hochdruckgebiet über Mitteleuropa aus. Zu dieser Zeit ist die Ruhedurchblutung ausnehmend hoch, was nach Differenzierung der beiden Gruppen noch deutlicher wird. Bei der 7. Messung, vorzüglich der ersten Gruppe der Versuchspersonen, in der 2. Septemberhälfte fällt die feuchte Abkühlungsgröße bei erneuter Ausbildung einer anticyklonalen Schönwetterlage bis zu 60 ab. Die Ruhedurchblutung ist erhöht, und bei hohen Ausgangslagen bestehen in der graphischen Darstellung große Flächen der Dreiecke. Z. Z. der 8. Messung entspricht eine gesteigerte Hautdurchblutung beider Gruppen der anticyklonalen Südlage Ende September bzw. dem kurzen Hoch über Mitteleuropa Mitte Oktober (Abb. 12).

Die beiden Perioden mit wechselnder, aber relativ hoher Abkühlungsgröße Mitte August und in der ersten Septemberhälfte waren sicher wirkungsstark. Sie lassen sich mit der ausgeprägten kurzen Klimawirkung auf der Strandpromenade (siehe Abb. 5) in dieser Zeit der 2. und 3. Messung, Kaltlufteinbruch am 4./5. September, bzw. der 5. Messung korrelieren. Es handelte sich um großräumige Trogbildung und zyklonale Nord- und Westlager mit fallender Temperatur bzw. steigender Windstärke. Die Schlechtwetterdurchgänge im September aus West und Nordwest folgten in Form einer Zyklonenfamilie (FICKER). Die 9. Messung bei den Versuchspersonen liegt bereits im Herbst, in der Zeit der ersten Kälteeinbrüche mit steigenden feuchten Abkühlungsgrößen von 100 aufwärts. Die Hautdurchblutung sinkt entsprechend ab, die reaktive Hyperämie vor dem Spaziergang steigt an. Zuzufolge erniedrigter Ausgangslagen wird der Flächendurchschnitt in den graphischen Darstellungen im ganzen kleiner.

5. Einfluß der Witterung während der Zeit der Adaptation

Die erste Gruppe der Versuchspersonen, die am 12. August 1961 die Kur begann, erlebt in der Zeit um die 3. und 4. Messung das Einströmen von Warmluft. Die zweite und dritte Kurwoche gilt als eine Periode gesteigerter Empfindlichkeit während der Adaptation an ein Reizklima, in der eine gesteigerte Sympathikotonie nachweisbar wird (JUNGSMANN 1961, SCHULTZE 1958). Die zweite Gruppe gerät hingegen während der dritten Messung, z. Z. ihrer labilen Phase, in den Kaltlufteinbruch der ersten Septemberhälfte mit folgender zyklonaler Wetterperiode und Anstieg der feuchten Abkühlungsgrößen um 50 Einheiten.

Es erfolgt für die erste Gruppe von der 2. zur 3. Messung ein deutlicher Anstieg der Hautdurchblutung mit 5 Einheiten in $\lambda \cdot 10^{-5}$. Für die Durchblutung nach Spaziergang kommt es von der zweiten bis zur vierten Messung schließlich zur Steigerung um 8 Einheiten. Bei der zweiten Gruppe ist mit dem jähen Kälterwerden ein erheblicher Abfall der Hautdurchblutung verbunden. Von

der zweiten zur dritten Messung nach Spaziergang fallen die Werte um 8 Einheiten. Die Durchblutung des Hautorgans vor der Strandpromenade sinkt verzögert schließlich ebenso um 7 Einheiten unter $\lambda = 83 \cdot 10^{-5}$. Im weiteren Messungsverlauf nähern sich die absoluten Leitzahlen für die Hautdurchblutung beider Meßgruppen einander (Abb. 13).

Für beide Gruppen von Versuchspersonen fällt also die labile Phase der aktiven Anpassung oder Adaptation (JUNGMANN 1961; KIHN) in eine Zeit des Witterungswechsels. Für die erste Gruppe bedeutet der Eintritt in die Schönwetterperiode eines vorherrschenden Hochs eine Erleichterung der Umstellung auf die herbere klimatische Situation der Nordsee. Die Hautdurchblutung steigt an. Die klimatischen Reizfaktoren beeinflussen in allmählich steigender Dosis den Organismus und erlauben für den Durchschnitt der ersten Meßgruppe eine gute Gewichtszunahme und Erholung.

Für die zweite Gruppe der Versuchspersonen bringt der Einbruch der zyklonalen Schlechtwetterperiode mit der hohen feuchten Abkühlungsgröße eine zusätzliche Belastung während der Umstellung auf das Nordseereizklima. Die Hautdurchblutung wird vermindert. Als Ausdruck einer erhöhten Anfälligkeit

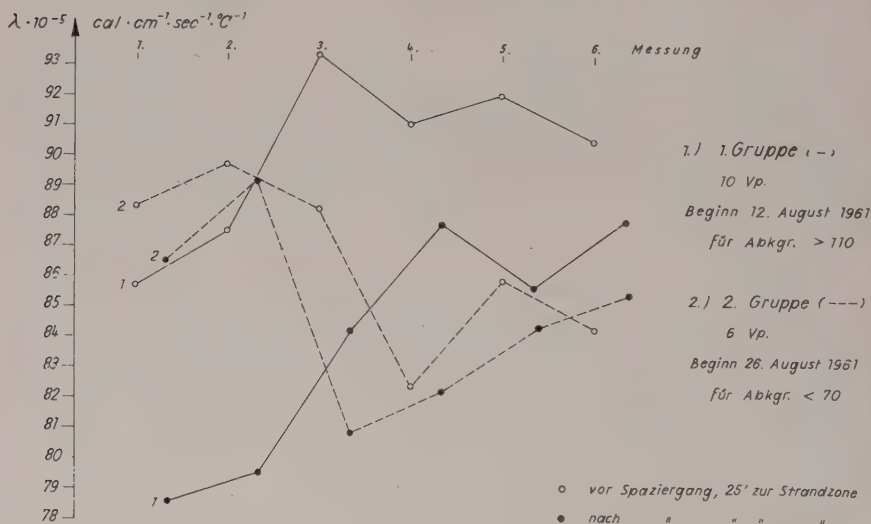


Abb. 13. Zeichnung: Hautdurchblutung nach Gruppen. Es sind die durchschnittlichen Wärmeleitzahlen λ für die Hautdurchblutung vor (○) und nach (●) Spaziergang dargestellt. Die 1. Gruppe der Vp., die am 12. 8. während einer Kälteperiode die Kur begann, ist mit durchgezogenen Verbindungslinien gezeichnet. Die 2. Gruppe, gestrichelt dargestellt, begann mit ihrer Kur am 26. 8. während einer Wärmeperiode mit niedrigen Abkühlungsgrößen.

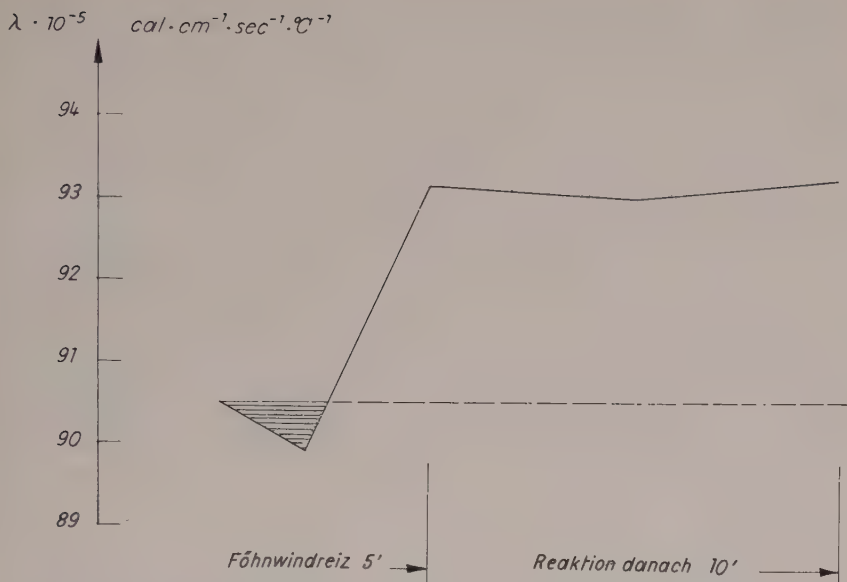


Abb. 14. Durchschnittskurve: physikalischer Reiz. Scheinwärmeleitzahl λ , Durchschnitt aus 830 Messungen der Hautdurchblutung während eines Luftstroms durch Föhn: Windgeschwindigkeit 3m/sec.; Temperatur 32°C im Abstand von 60 cm. Dementsprechend war der Abstand Föhn - Haut eingestellt. Kennpunkte der Schreibung, zeitentsprechend während 5 Min. Bewindung und 10 Min. danach.

gibt es in dieser Zeit der Adaptation einen Ausfall bei der 3. Messung durch Erkrankung einer Versuchsperson. Mit der anfänglich stärkeren klimatischen Belastung während des Kurverlaufs mag neben der Typenzugehörigkeit und dem Grad der Erholungsbedürftigkeit die durchschnittlich geringere Gewichtszunahme in der zweiten Meßgruppe zusammenhängen; doch ist zu berücksichtigen, daß Mädchen meist etwas weniger zunehmen.

6. Physikalischer Reiz

Während der ganzen Behandlungszeit wurde der Einfluß eines künstlich erzeugten Luftstroms als Modell für den Windreiz verfolgt. Vom Ausgangswert wurden während der Bewindung von 5 Minuten Dauer als Ausdruck der Gefäßreaktion zwei Werte aus der Registrierkurve abgelesen. Die folgenden 10 Minuten wurden mit zwei weiteren Werten in absoluten Größen der Scheinwärmeleitzahl λ erfaßt. Es interessierten jeweils die Kennpunkte der Kurvenschreibung, d. h. die höchsten und niedrigsten Werte der beiden

Meßabschnitte, die zeitgemäß dem Verlauf entsprechend festgestellt und abgelesen wurden. Bei Berechnung der Durchschnittswerte aus den absoluten Leitzahlen ergibt sich ein Überblick über die Beantwortung des physikalischen Reizes.

Die Darstellung der Art und des Ausmaßes der Reaktion auf den beschriebenen Föhnreiz erfolgt in einer Durchschnittskurve, die aus dem Mittel aller 830 Einzelwerte gezeichnet ist (Abb. 14).

Nach Einsetzen des Windreizes kommt es zu einem flüchtigen Absinken der Hautdurchblutung, das noch während der Fortdauer der Reizwirkung von einem deutlichen Anstieg von λ gefolgt ist. Die starke reaktive Hyperämie hält nach dem Reiz lange an.

Bei Übereinanderzeichnen der einzelnen Messungen, die nach dem Zeitpunkt innerhalb des Kurverlaufs gekennzeichnet sind, ergibt sich für jede Versuchsperson ein eigenes Bild sich überlagernder Kurven. So liegen diese bei manchen Kindern durch Modifikation der Reaktionen wirr übereinander. Bei anderen stimmen sie durch einheitliche Art der Reizbeantwortung weitgehend überein (Abb. 15).

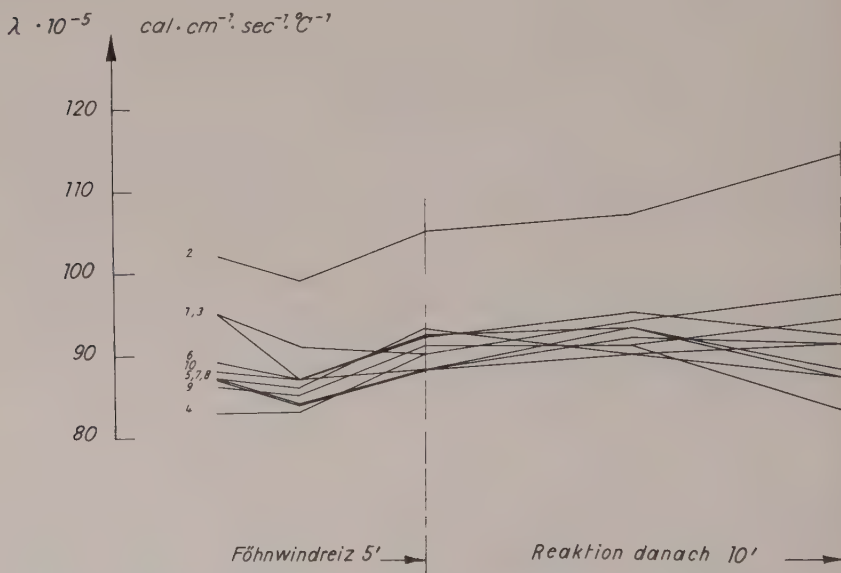


Abb. 15. Vp. 11, B. M., physikalischer Reiz, Meßwerte übereinander gezeichnet. Wärmeleitzahl λ , bzw. Hautdurchblutung während 5 Min. Luftstroms durch Föhn und 10. Min. danach. Alle Untersuchungen bei Vp. 11, nach Reihenfolge fortlaufend gekennzeichnet, übereinander dargestellt.

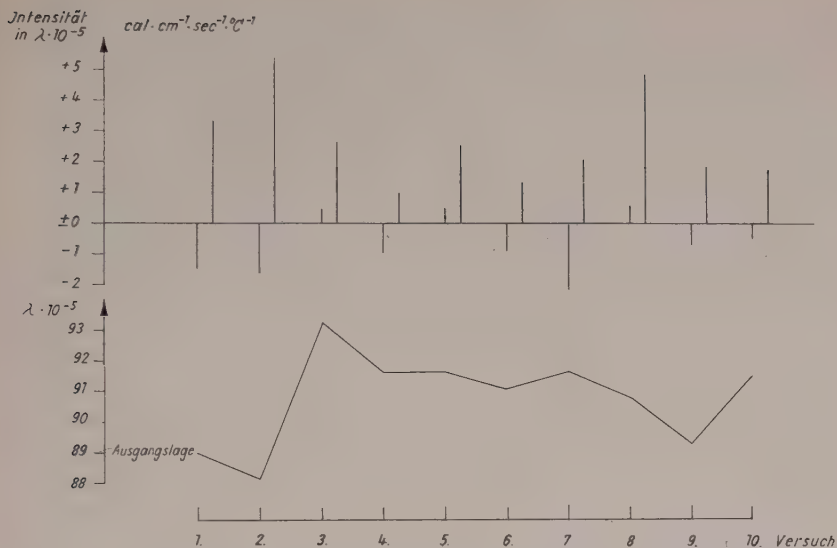


Abb. 16. Längsschnitt bei physikalischem Reiz. Die Reaktion auf den künstlich erzeugten Luftstrom durch Föhn wurde über die 10 vergleichbaren Messungen im Kurverlauf dargestellt. Für jede Messung wurden die Durchschnittswerte der Kennpunkte aller Vp. gebildet. Für jede Messung ist zunächst die Erstreaktion (überwiegend in Form einer leichten Durchblutungs-drosselung) eingezeichnet, daneben das Mittel der Hyperämie der Nachreaktion. Die wirkliche Größe der Ausgangslage der Wärmeleitzahl, vor Einsetzen des Luftstroms, die oben vereinfacht mit einer geraden Linie dargestellt ist, wird unten den Meßergebnissen entsprechend aufgezeichnet.

Andererseits sind die Ausmaße in der Stärke der Reaktionen verschieden groß. So geht die Fläche der induzierten Änderungen weiter auseinander, oder eine geringe Antwort auf den Reiz bringt, ähnlich dem Typ II der Hyperämien, kaum auffällige Schwankungen vom Ausgangsniveau.

Für jede Messung wurde die Durchschnittskurve gezeichnet. Ihre Ausschläge, nach Richtung und Grad der Amplitude, wurden über die vergleichbaren 10 Messungen mit der gleichen Anzahl von Einzelwerten verzeichnet. Von den fünf gemessenen Punkten galt der erste zur Erleichterung der Übersicht als Ausgangspunkt für die Darstellung. Der zweite Punkt, meist ein Ausschlag nach unten als Ausdruck für die kurzfristige Einschränkung der Durchblutung unter dem Luftstrom, wurde allein und seinem Vorzeichen gemäß aufgetragen. Aus den drei weiteren Punkten, die die reaktive Hyperämie auf den Reiz darstellten, wurde der Mittelwert gebildet. Dieser wurde als Grad der

gesteigerten Durchblutung nach oben, seinem stets positiven Vorzeichen entsprechend, aufgetragen. Außerdem wurde schließlich die durchschnittliche, verschieden hohe Ausgangslage vor Einschalten des Luftstromes für die Scheinwärmeleitzahl in $\lambda \cdot 10^{-5}$ dargestellt (Abb. 16).

Im Verlauf der Messungen wird der die Durchblutung vermindernde Effekt weniger stark ausgeprägt. Ebenso erfolgt allmählich eine schwächere reaktive Durchblutungssteigerung als Antwort auf den Reiz. Nach dem steten Hauttraining erfolgt eine ausgeglichene Reaktion, wie sie im Durchschnittsbild aller Versuchspersonen bei der 10. Untersuchung mit Luftstrom durch Föhn abläuft (Abb. 17).

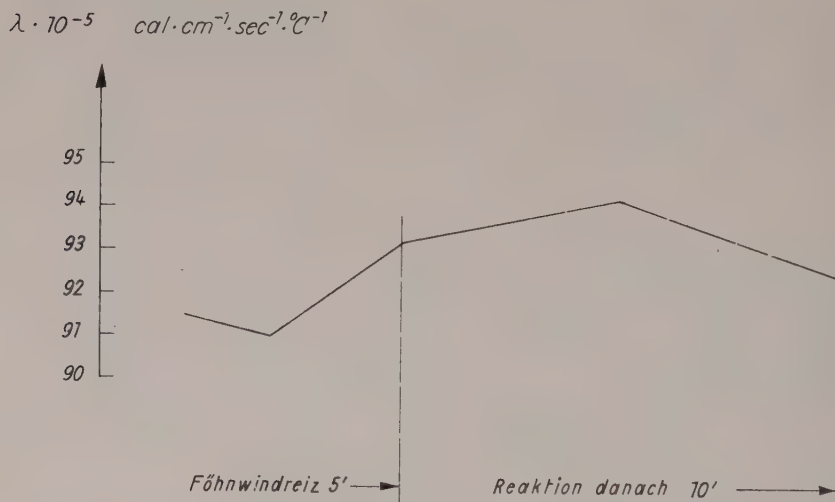


Abb. 17. Zeichnung: 10. Messung, physikalischer Reiz. Durchschnittsbild der Änderung der Wärmeleitzahl λ bzw. der Hautdurchblutung bei Luftstrom während der letzten, zehnten Messung.

Der Verkleinerung der Reaktionen auf den künstlichen Windreiz gegen Kur-ende steht der Ausschlag der 8. Messung scheinbar entgegen. Es handelt sich zu dieser Zeit für beide Gruppen der Versuchspersonen, Ende September bzw. Mitte Oktober, um ausgeprägtes anticyklonales Schönwetter mit Vorherrschen von Warmluft. Bei der entsprechend großen Ruhedurchblutung kommt es zu einer auffälligen Steigerung.

IV. Zusammenfassung

(In der Zeit vom 12. 8. bis 28. 10. 1961 wurden bei 16 Kindern in der 1. Woche zweimal, dann wöchentlich einmal Untersuchungen der Scheinwärmeleitzahl mit dem Fluvographen der Firma Hartmann u. Braun durchgeführt.)

1. Aus einer Veränderung der Werte für die Scheinwärmeleitzahl wird ein Ansprechen auf den Klimareiz ersichtlich.
2. Es ließen sich verschiedene Reaktionstypen aufstellen. Große Ruhedurchblutung und reaktive Hyperämie entsprachen einem besseren Kureffekt. Schwache Reaktionen kamen einem eingeschränkten Effekt mit geringer Gewichtszunahme zu. Bei anderen traten während des Kurverlaufes unterschiedliche Reaktionen auf.
3. Die absoluten Leitzahlen stiegen im Verlauf der Kur an. Der Wert für die Durchblutungsrosselung fiel dabei teils ab, vor allem nach Spaziergang.
4. Nach den Spaziergängen zur Strandzone war die Hautdurchblutung deutlich erniedrigt, mit relativ höherem und promptem Anstieg in der auf die Drosselung folgenden reaktiven Hyperämie. Als Ausdruck einer verbesserten Reaktionsfähigkeit auf den Klimareiz erfolgen die Reaktionen schneller und der herrschenden Witterung besser angepaßt. Die reaktiven Hyperämien nach Spaziergang streuen weniger und sind im Verlauf der Kur in Ausmaß und Verlauf einander ähnlicher.
5. Im Verlauf der Kur erfolgt eine Zunahme der reaktiven Hyperämien. Die reaktiven Hyperämien nach Drosselung vor und nach dem Spaziergang wurden im Laufe der Kur einander ähnlicher.
6. Die Streuung der Einzelwerte pro Messung ist nach Spaziergang geringer. Im Kurverlauf nimmt die Streuung der Werte für die Hautdurchblutung bei den Versuchspersonen ab.
7. Bei geringer Abkühlung mit höheren Temperaturen werden größere Werte für die Ruhedurchblutung gemessen. Bei größerer Abkühlung sinkt die Kapillardurchblutung nach Spaziergang ab.
8. Der Einfluß der Jahreszeiten war an einer gegenüber den vorausgegangenen Wochen verminderten Hautdurchblutung im Oktober zu erkennen.
9. Bei der einen Gruppe der Versuchspersonen fiel die labile Phase der 2. und 3. Woche der Adaptation an das ungewohnte Klima in eine ruhige, warme Hochdruckperiode. Bei diesen Kindern war der Verlauf günstiger als bei der zweiten Gruppe, die in der entsprechenden Periode stärkeren klimatischen Reizen ausgesetzt war.
10. Die Antwort auf einen künstlichen physikalischen Reiz mit Luftstrom wird im Laufe der Kur gleichmäßiger. Nach dem „Training der Vasomotoren“ (DUBOIS-REYMOND) paßt sich das Hautorgan dem Windreiz an. Die verschiedenen Typen der Versuchspersonen lassen einen unterschiedlichen Grad der Beantwortung des physikalischen Reizes erkennen.

V. Schriftenverzeichnis

- Barcroft, H.,** Bock, K. D., Hensel, H., u. Kitchin, A. H.:
Die Muskeldurchblutung des Menschen bei indirekter Erwärmung und Abkühlung, *Pflügers Arch.*, **261**: 199—210 (1955).
- Behrendt, P.:**
Erholungskuren an der Nordsee in der präventiven Medizin, *Heilkunst*, **68**: 163—165 (1955).
- Behrendt, P.:**
Meeresheilkunde als Naturheilkunde, *Hippokrates*, **24**: 553—565 (1953).
- Bock, K. D.,** Hensel, H., u. Ruef, J.:
Die Wirkung von Adrenalin und Noradrenalin auf die Muskel- und Hautdurchblutung des Menschen, *Pflügers Arch.*, **261**: 322—333 (1955).
- Brück, K.,** Brück, M., und Lemtis, H.:
Wärmeleitfähigkeit und Durchblutung verschiedener Stellen der Körperoberfläche bei reifen und unreifen Neugeborenen, *Pflügers Arch.*, **266**: 518—527 (1958).
- Ficker, H.:**
Wetter und Wetterentwicklung, 4. Aufl., Springer-Verlag, Berlin, Göttingen (1952).
- Fonssagrives,** zit. nach La Farge, G. de: Thalassotherapie, Cannes.
- Froehlich, D.:**
Veränderungen der dermatographischen Latenzzeit im Nordseeklima, *Arch. physik. Therap.*, **11**: 161—167 (1959).
- Gehlken, K.,** Hildebrandt, G., u. Franke, M.:
Psychophysische Korrelationen im Kurverlauf, *Arch. physik. Therap.*, **13**: 171—175 (1961).
- Golenhofen, K.:**
Die Reaktionen der menschlichen Muskulatur in Kälte und Affekt unter dem Gesichtspunkt der Thermoregulation, *Arch. physik. Therap.*, **11**: 45—58 (1959).
- Golenhofen, K.,** Hensel, H., u. Hildebrandt, G.:
Durchblutungsmessung mit Wärmeleitelementen, Georg Thieme-Verlag, Stuttgart (1963).
- Golenhofen, K.,** u. Hildebrandt, G.:
Die Beziehungen des Blutdruckrhythmus zu Atmung und peripherer Durchblutung, *Pflügers Arch.*, **267**: 27—45 (1958).
- Haerberlin, C.,** u. Goeters, W.:
Grundlagen der Meeresheilkunde, Georg Thieme-Verlag, Stuttgart (1954).

Hartmann u. Braun AG., Frankfurt a. M.:

Gebrauchsanweisung für den Fluvograph, MT 68—2, Druckschrift.

Heite, H. J.:

Berechnung von Durchschnitt und Varianz, Statistische Rechenblätter Nr. 1, Marburg.

Heite, H. J.:

Berechnung von linearen Regressions- und Korrelationskoeffizienten, Statistische Rechenblätter Nr. 5, Marburg.

Hensel, H.:

Biologische Regelungsvorgänge, Umschau **10**: 289—292 (1954).

Hensel, H.:

Physiologische Grundlagen der Durchblutungsdiagnostik, Dtsch. Med. J., **9**: 247—249 (1958).

Hensel, H.:

Kritische Betrachtungen zur Messung der Hautdurchblutung mit thermischen Methoden, Klin. Wschr. **34**: 1273—1276 (1956).

Hensel, H., u. Bender, F.:

Fortlaufende Bestimmungen der Hautdurchblutung am Menschen mit einem elektrischen Wärmeleitmesser, Pflügers Arch. **263**: 603—614 (1956).

Hildebrandt, G.:

Rhythmus und Regulation, Med. Welt **2**: 73—81 (1961).

Jungmann, H.:

Individuelle Klimatherapie, Kreislaufanalysen bei Erfolgen und Mißerfolgen einer Kurbehandlung, Dtsch. Med. Wschr., **78**: 98—102, 134 bis 136 (1953).

Jungmann, H.:

Kritische Phasen und verzögerte Wirkungen bei Klimakuren, Hippokrates, **32**: 120—123 (1961).

Jungmann, H.:

Schäden durch Klimatherapie, Med. Welt, **1962**: 1986—1987.

Kihn, L.:

Die Bäderreaktion früher und heute, Münch. med. Wschr., **101**: 1959 bis 1961 (1959).

Koller, S.:

Berechnung von Regressions- und Korrelationskoeffizienten, Statistisches Rechenblatt, Institut für Med. Statistik und Dokumentation, Mainz.

Krauel, G.:

Einwirkung des Seeklimas auf das vegetative System, Z. physik. Therap., **42**: 247—258 (1932 a).

Krauel, G.:

Wärmeregulation kräftiger und schwächlicher Kinder beim Seebaden, Zentralstelle f. Balneologie, H. 32: 1—29 (1932 b).

Loßnitzer, H.:

Organisation und Methodik med.-meteorologischer Untersuchungen, Schr. Dtsch. Bäderverb., 5: 255—257 (1950).

Menger, W.:

Klimatherapie im Kindesalter, Med., 36: 1352—1356 (1958 a).

Menger, W.:

Zur Methodik der med.-meteorologischen Forschung, Arch. physik. Therap., 12: 311—314 (1960).

Menger, W.:

Häufigkeit und Art meteorotroper Erscheinungen im Kindesalter, S. Karger, Basel, New York (1958 b).

Pfleiderer, H.:

Dosierung klimatischer Reize an der Nordsee, Z. angew. Bäder- u. Klimaheilk., 8: 38—49 (1961).

Pfleiderer, H.:

Die Bedeutung der Konstitutionstypen für die prophylaktische Klima- und Thalassotherapie, Internat. J. Proph. Med. Soz.-Hyg., 2: 4, 1—3 (1958).

Pirlet, K.:

Hauttemperatur und Hautdurchblutung bei Luft- u. Sonnenbädern, Arch. physik. Therap., 13: 147—155 (1961).

Pirlet, K.:

Individuelle Unterschiede der Hautwasserabgabe und ihre Bedeutung für den Wärmehaushalt, 11: 378—384 (1959).

Pirlet, K.:

Die Verstellung des Kerntemperatur-Sollwertes bei Kältebelastung, Pflügers Arch., 275: 71—94 (1962 a).

Pirlet, K.:

Körperbau, Wärmehaushalt und individuelle Reaktionsweise, Arch. physik. Therap., 14: 11—26 (1962 b).

Pirlet, K.:

Untersuchungen von Schleimhauttemperatur und -durchblutung, Fund. baln.-bioclim., 2: 1—53 (1962 c)

Precht, H., Christophersen, J., u. Hensel, H.:

Temperatur und Leben, Springer-Verlag, Berlin, Göttingen, 329—466 (1955).

Robitzsch, M.:

Beiträge zur Behandlung klimatologischer Fragen auf physiologischer Grundlage, Ann. Hydr., 59: 73—88 (1931).

Rudder, B. de:

Grundriß einer Meteorobiologie des Menschen, Wetter- und Jahreszeiteinflüsse, 3. Aufl., Springer-Verlag, Berlin, Göttingen (1952).

Sauberer, F.:

Wetter, Klima und Leben, Verlag Brüder Hollinek, Wien (1948).

Schultze, E. G.:

Klimakuren an der Nordsee, Heilbad und Kurort, **10:** H. 9 (1958 a).

Schultze, E. G.:

Über die Objektivierung der Kurergebnisse an der See, Z. Meteorolog., **13:** 1—6, 88—91 (1959).

Schultze, E. G.:

Behandlung an der See als Reiz, Z. angew. Bäder- u. Klimaheilk., **10:** 113—116 (1963).

Schultze, E. G.:

Kinder in Seebädern, Z. angew. Bäder- u. Klimaheilk., **5:** 271—283 (1958 b).

Schultze, E. G.:

Über Testmethoden bei Klimakuren von Kindern, Ärztl. Forsch., **9:** 494—500 (1955).

Schultze, E. G.:

Über die Wirkungsweise von Klimakuren an der Nordsee, Baln. Bbl. in Ärztl. Mtlg., **42:** 393—395 (1957).

Seyboldt, A., u. Woltereck, H.:

Klima, Wetter, Mensch, Verlag Quelle & Meyer, Heidelberg (1952).

Vogt, H., u. Amelung, W.:

Einführung in die Balneologie und medizinische Klimatologie, Springer-Verlag, Berlin, Göttingen (1952).

Lebenslauf

Als 2. Sohn von 6 Kindern meiner Eltern Dr. Hans und Hildegard Unger, geb. Schindler, wurde ich, Wolfdietrich Unger, am 22. 2. 1938 zu Saaz in Böhmen geboren. Ich bin katholisch.

Wir wohnten in Prag, Gablonz und Reichenberg. 1945 erfolgte die Vertreibung aus der angestammten Heimat. Von 1948—55 besuchte ich das humanistische Gymnasium in Bayreuth. Anfang 1957 machte ich am Görres-Gymnasium in Koblenz das Abitur.

Im März 1960 habe ich an der Universität Bonn die ärztliche Vorprüfung vollständig bestanden. Im Juli 1963 habe ich vor dem Prüfungsausschuß der Universität Mainz die ärztliche Prüfung vollständig bestanden. Ich arbeite jetzt als Medizinalassistent am Seehospiz in Norderney.

